

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-237133

(43) 公開日 平成8年(1996)9月13日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 M 7/30		9382-5K	H 0 3 M 7/30	A
G 1 0 L 9/18			G 1 0 L 9/18	A
				H
H 0 4 N 7/24			H 0 4 N 7/13	Z

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願平7-40508

(22) 出願日 平成7年(1995)2月28日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 新村 一治

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝マルチメディア技術研究所内

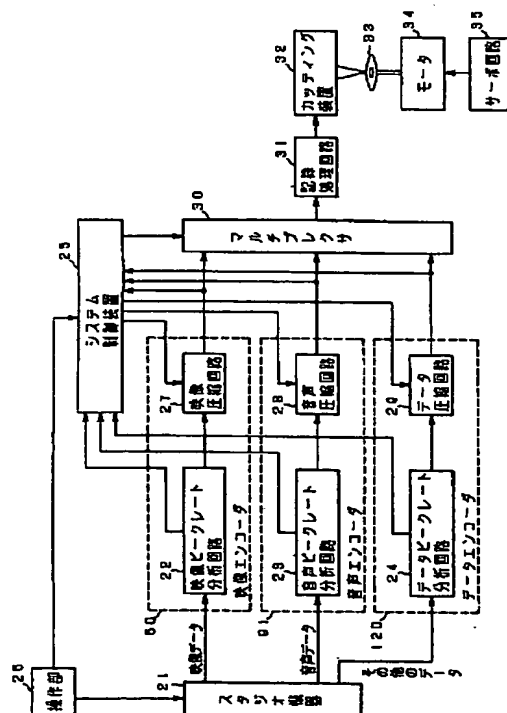
(74) 代理人 弁理士 伊藤 進

(54) 【発明の名称】 可変レート圧縮装置及び可変レート伸長装置

(57) 【要約】

【目的】 記録に要する処理時間を短縮する。

【構成】 映像データ、音声データ及びその他のデータは夫々映像ピークレート分析回路22、音声ピークレート分析回路23及びデータピークレート分析回路24によってピークレートが分析される。システム制御装置25はピークレート分析結果によって圧縮回路27乃至29の圧縮率を制御する。これにより、圧縮回路27乃至29は、マルチプレクサ30の出力のレートがディスク33の記録再生レート以下のレートとなるように映像データ、音声データ及びその他のデータを符号化して出力する。仮符号化を必要とすることなく、ピークレートの制御が可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、
前記入力データを前記符号化手段において符号化した場合の符号量を所定期間毎に概算することにより前記符号化手段の出力レートを前記符号化処理前に分析して概算レートとして出力するレート分析手段と、
前記概算レートが前記符号化手段の出力に許容されたピークレートを越えた場合には前記符号化手段の圧縮率を大きくして前記符号化出力の出力レートをピークレート以下に抑制するピークレート制御手段とを具備したことを特徴とする可変レート圧縮装置。

【請求項 2】 前記入力データは、映像データ、音声データ及びその他のデータのうちの少なくとも 1 種類のデータであることを特徴とする請求項 1 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 3】 前記レート分析手段は、前記所定期間として 1 GOP 期間の整数倍の期間を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 4】 前記符号化手段は、前記所定期間に対応する容量を平滑化可能なバッファを有することを特徴とする請求項 1 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 5】 前記レート分析手段は、前記入力データが映像データである場合には、前記映像データのアクティビティ、シーンチェンジ及び動きベクトルのうちの少なくとも 1 つに基づいて前記概算レートを得ることを特徴とする請求項 1 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 6】 前記レート分析手段は、前記入力データが音声データである場合には、前記音声データの母音、子音及び背景音に基づいて前記概算レートを得ることを特徴とする請求項 1 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 7】 前記レート分析手段は、前記入力データがその他のデータである場合には、入力されたデータの内容に基づいて前記概算レートを得ることを特徴とする請求項 1 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 8】 前記ピークレート制御手段は、前記符号化手段の出力の累積発生符号量と前記概算レートに基づく累積発生符号量との比較によって前記概算レートが前記符号化手段の出力に許容されたピークレートを越えるか否かを判断することを特徴とする請求項 1 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 9】 入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、
前記入力データを前記符号化手段において符号化した場合の符号量を概算することにより前記符号化手段の出力レートを前記符号化処理前に分析して概算レートとして出力するレート分析手段と、
前記概算レートが前記符号化手段の出力に許容されたピークレートを越えた場合には前記符号化手段の圧縮率を大きくして前記符号化出力の出力レートをピークレート

以下に抑制するピークレート制御手段と、
前記符号化手段の出力を記憶する記憶手段と、
前記入力データ又は前記記憶手段に記憶されたデータの一部を再符号化して出力する再符号化手段とを具備したことを特徴とする可変レート圧縮装置。

【請求項 10】 前記再符号化手段は、前記符号化手段の出力の総符号量が所定の設定符号量を超えた場合に再符号化を行って総符号量を前記所定の設定符号量以下に抑制することを特徴とする請求項 9 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 11】 入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、
前記入力データを前記符号化手段において符号化した場合の符号量を概算することにより前記符号化手段の出力レートを前記符号化処理前に分析して概算レートとして出力するレート分析手段と、
前記概算レートが前記符号化手段の出力に許容されたピークレートを越えた場合には前記符号化手段の圧縮率を大きくして前記符号化出力の出力レートをピークレート以下に抑制するピークレート制御手段と、
前記符号化手段の出力レートと前記符号化手段の出力に許容された許容総符号量に基づく平均レートとの差に基づいて前記符号化手段の圧縮率を変化させて前記符号化手段の出力の総符号量を前記許容総符号量に対応させる平均レート制御手段とを具備したことを特徴とする可変レート圧縮装置。

【請求項 12】 前記平均レート制御手段は、前記符号化手段の出力の累積発生符号量と前記平均レートに基づく累積発生符号量との差に基づいて前記圧縮率を変化させることを特徴とする請求項 11 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 13】 入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、
前記入力データを前記符号化手段において符号化した場合の符号量を概算することにより前記符号化手段の出力レートを前記符号化処理前に分析して概算レートとして出力するレート分析手段と、
前記概算レートが前記符号化手段の出力に許容されたピークレートを越えた場合には前記符号化手段の圧縮率を大きくして前記符号化出力の出力レートをピークレート以下に抑制するピークレート制御手段と、
前記符号化手段の出力レートと前記符号化手段の出力に許容された許容総符号量に基づく平均レートとの差に基づいて前記符号化手段の圧縮率を変化させて前記符号化手段の出力の総符号量を前記許容総符号量に対応させる平均レート制御手段と、
前記符号化手段の出力を記憶する記憶手段と、
前記入力データ又は前記記憶手段に記憶されたデータの一部を再符号化して出力する再符号化手段とを具備したことを特徴とする可変レート圧縮装置。

【請求項 14】 複数種類のデータを夫々符号化処理する符号化手段と、

この符号化手段からの前記複数種類のデータに対する符号化出力を多重して可変レートで出力する多重手段と、前記複数種類のデータを前記符号化手段において符号化した場合の符号量を夫々概算して各概算値を出力する符号量概算手段と、

所定期間当たりの前記各概算値の和が前記多重手段の出力に許容された前記所定期間当たりの許容最大符号量を越えた場合には前記複数種類のデータに対する各圧縮率を前記データの種別に基づいて制御することにより、前記所定期間当たりの前記符号化出力の出力符号量の和を前記許容最大符号量以下に抑制する発生符号量抑制手段とを具備したことを特徴とする可変レート圧縮装置。

【請求項 15】 前記発生符号量抑制手段は、前記データの種別に応じた重み付けで前記圧縮率を制御することを特徴とする請求項 14 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 16】 前記発生符号量抑制手段は、前記複数種類のデータの価値に基づく重み付けで前記圧縮率を制御することを特徴とする請求項 14 に記載の可変レート圧縮装置。

【請求項 17】 入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、

この符号化出力の出力に所定時間毎の発生符号量を示すポイントを付加して出力するポイント付加手段とを具備したことを特徴とする可変レート圧縮装置。

【請求項 18】 入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、

この符号化出力の出力をディスク媒体に記録する場合に、前記ディスク媒体を再生するピックアップのキック情報を前記符号化手段の出力レートに基づいて作成し作成したキック情報を前記符号化手段の出力に付加して出力するキック情報付加手段とを具備したことを特徴とする可変レート圧縮装置。

【請求項 19】 所定時間毎の符号量を示すポイントが付加された符号化出力が可変レートで記録されたディスクをピックアップによって再生する再生手段と、この再生手段の出力を保持して出力するデコーダバッファと、

この再生手段の再生信号から前記ポイントを検出するポイント検出手段と、

このポイント検出手段が検出したポイントに基づいて前記ピックアップをキックさせることにより、前記ディスクに記録されている符号化出力の記録レートに対応した再生レートでの再生を可能にするピックアップ制御手段とを具備したことを特徴とする可変レート伸長装置。

【請求項 20】 前記ピックアップ制御手段は、前記デコーダバッファの占有度及び前記ポイントに基づいて、前記ピックアップのキックタイミング及びキックトラック数を決定することを特徴とする請求項 19 に記載の可

変レート伸長装置。

【請求項 21】 前記デコーダバッファは、前記符号化出力の記録時に用いたエンコーダバッファの容量よりも大きい容量に設定されることを特徴とする請求項 19 に記載の可変レート伸長装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】 [発明の目的]

【産業上の利用分野】 本発明は、映像データ及び音声データ等をディスク媒体に記録する記録ディスク制作システムに好適な可変レート圧縮装置及び可変レート伸長装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、高画質化の要求等から画像情報のデジタル化が検討されている。画像をデジタル化するとデータ量が膨大となるので、記録又は伝送するために、データの圧縮を行う必要がある。圧縮法としては、高圧縮率で且つ圧縮に伴う画質の劣化が小さい DCT (離散コサイン変換) 等の変換符号化を採用した高能率符号化方式が主流になっている。高能率符号化方式では、入力画像信号を例えば 8 画素×画素のブロックに分割し、このブロック (DCT ブロック) 単位で DCT 処理を行う。

【0003】 この規格では、1 フレーム内で DCT による圧縮 (フレーム内圧縮) を行うだけでなく、フレーム間の相関を利用して時間軸方向の冗長度を削減するフレーム間圧縮も採用する。フレーム間圧縮は、一般の動画画像が前後のフレームでよく似ているという性質を利用して、前後のフレームの差分を求め差分値を DCT 処理することによって、ビットレートを一層低減させるものである。特に、画像の動きを予測してフレーム間差を求めることにより予測誤差を低減する動き補償フレーム間予測符号化が有効である。

【0004】 このような圧縮装置については、例えば文献 IEEE Trans. on Broadcasting Vol.36 No.4 DEC 1990 の Woo Paik : "Digital compatible HD-TV Broadcast system" において詳述されている。図 24 はこの文献に記載された圧縮装置を示すブロック図である。

【0005】 入力端子 1 には画像データが入力される。この画像データは映像信号がフレーム化された後、例えば水平 8 画素×垂直 8 ラインの 2 次元データ (以下、ブロックデータという) に分割されて入力されたものである。画像データは動き評価回路 5 に供給されると共に、減算回路 2 を介して DCT 回路 3 にも供給される。

【0006】 いま、フレーム内圧縮モードが指定されているものとする。この場合には、スイッチ 8 はオフである。DCT 回路 3 には 1 ブロックが 8×8 画素で構成された信号が入力され、DCT 回路 3 は 8×8 の 2 次元 DCT 処理によって入力信号を空間座標軸成分から周波数成分に変換する。これにより、空間的な相関成分を削減可能となる。即ち、DCT 回路 3 の出力 (変換係数) は

量子化回路4に与えられ、量子化回路4は変換係数を所定の量子化幅で再量子化することによって、1ブロックの信号の冗長度を低減する。なお、量子化回路4は、量子化幅（量子化レベル）が異なる複数の量子化テーブルのうち発生符号量及び割当てられた設定符号量等に基づくテーブルを用いて量子化を行うことにより、符号化出力の発生レートを制御することができるようになっている。

【0007】量子化回路4からの量子化データは、ブロック毎に水平及び垂直の低域から高域に向かってジグザグスキャンされて可変長符号化回路5に与えられる。可変長符号化回路5は所定の可変長符号表、例えば、ハフマン符号表等に基づいて、量子化出力を2次元ハフマン符号化して符号化出力を出力する。なお、2次元ハフマン符号化においては、量子化出力の零が連続する数（ゼロランレングス）と非零係数のビット数との組みのデータを符号化する。これにより、出現確率が高いデータには短いビットを割当て、出現確率が低いデータには長いビットを割当てて、伝送量を一層削減する。

【0008】可変長符号化回路5からの符号化出力はファーストインファーストアウト回路（以下、FIFOという）6に与えられ、FIFO6は入力された符号化出力を所定の速度で出力端子10から出力する。可変長符号化回路5からの符号化出力の発生レートは可変レートであり、FIFO6は符号化出力の発生レートと伝送路の伝送レートとの相違を吸収する。なお、出力端子10からの出力は図示しないマルチプレクサによって、制御信号、音声データ及び同期データ（SYNC）等が多重された後、図示しない伝送路に供給される。

【0009】一方、フレーム間圧縮符号化モード時には、スイッチ8はオンとなる。入力端子1からのブロックデータは減算回路2に与えられ、減算回路2は、現フレームのブロックと後述する動き補償された参照画像のブロック（以下、参照ブロックという）との画素データ毎の差分を予測誤差としてDCT回路3に出力する。この場合には、DCT回路3は差分データをDCT処理することになる。

【0010】参照ブロックは量子化出力を復号することにより得ている。すなわち、量子化回路4の出力は、逆量子化回路10にも与えられる。逆量子化回路10によって量子化出力を逆量子化し、更に逆DCT回路11において逆DCT処理して元の映像信号に戻す。減算回路2の出力が差分情報であるので、逆DCT回路11の出力も差分情報である。逆DCT回路11の出力は加算器12に与えられる。加算器12の出力はフレーム遅延回路13、動き補償回路14及びスイッチ15を介して加算器12に帰還されており、加算器12は動き補償回路14からの参照ブロックのデータに差分データを加算して現フレームのブロックデータ（ローカルデコードデータ）を再生してフレーム遅延回路13に出力する。フレーム遅延回路13は加算器15から

のブロックデータを画面の位置に対応させて格納する。

【0011】フレーム遅延回路13は、加算器12からのローカルデコードデータを例えば1フレーム期間遅延させて動き補償回路14及び動き評価回路9に出力する。動き評価回路9は、入力端子1からの現フレームのブロックデータとフレーム遅延回路13からの参照画像のブロックデータとから動きベクトルを検出して動き補償回路14に出力する。動き補償回路14は、フレーム遅延回路13に格納された1フレーム前のローカルデコードデータのブロック化位置を動きベクトルによって補正して、動き補償した参照ブロックとして減算回路2に出力する。こうして、動き補償された1フレーム前のデータが参照ブロックとして減算回路2に供給されることになり、減算回路2からの予測誤差に対してDCT処理が行われる。なお、動き評価回路9からの動きベクトルは可変長符号化回路5にも与えられ、可変長符号化回路5によって所定の可変長符号表に基づいて可変長符号化されて出力される。

【0012】なお、スイッチ15はスイッチ8と連動している。即ち、フレーム内圧縮モード時にはスイッチ8、15はオフとなり、フレーム間圧縮モード時にはスイッチ8、15はオンとなって前フレームのブロックデータを加算器12に供給する。

【0013】フレーム間圧縮モードで符号化されたフレーム（以下、フレーム間圧縮フレームという）を復号化するためには参照画像が必要である。即ち、フレーム間圧縮フレームのみでは元の画像を復元することはできない。この理由から、所定のフレーム単位（以下、GOPという）でフレーム内圧縮によるフレーム内圧縮フレームを作成することにより、ランダムアクセスを可能にしている。なお、フレーム間圧縮フレームにおいても所定のブロック単位でフレーム内圧縮によるブロックを作成するようになっている。

【0014】ところで、符号化出力を記録する場合及び伝送する場合には、伝送レートを考慮しなければならない。例えば、符号化出力をVTRによって記録する場合には、通常、デジタルVTRの記録レートを変化させることができないことから、符号化出力の伝送レートを固定レートにする必要がある。上述したように、符号化出力の発生レートは可変であるが、FIFO6を用いることによって所定の固定レートと符号化出力の発生レートとの差を吸収することにより、固定レートでの出力が可能である。

【0015】しかし、FIFO6の容量には制限があるので、FIFO6がオーバフロー又はアンダフローしないようにするために、FIFO6のデータ量に基づいて量子化幅を設定することにより、符号化出力の発生レートを調整するようになっている。即ち、フレーム内圧縮フレーム（以下、Iピクチャという）等のように発生符号量が大きくなりやすい画像データについては、量子化

幅を粗くして圧縮率を高くする必要がある。このため、1ピクチャの画質が劣化してしまう。また、同様に、シーンチェンジ時の画像及び細かい絵柄の画像を圧縮する場合においても発生符号量が大きくなりやすいので、圧縮率を高くしなければならず、画質が劣化してしまう。

【0016】これに対し、ディスク媒体に符号化出力を記録する場合には伝送レートを可変レートにすることができる。即ち、ディスク媒体の再生装置においては、ピックアップは記録トラックを横切る方向、即ち、ディスクの径方向に、通常再生時の移動速度とは無関係に移動する（以下、キックするという）ことができる。従って、符号化出力の出力レートをディスク媒体の再生装置において再生可能な最大レート以下のレートに設定し、最大レートよりも低レートで符号化出力が記録されている場合には、ピックアップをキックさせて不要なトラックを再生させておくことにより、低レートの符号化出力を再生可能である。このため、符号化出力をディスク媒体に記録する場合には、各ピクチャの発生レートとF I F O 6の容量とに基づく可変レートで符号化出力をディスク媒体の記録装置に供給することができる。

【0017】しかしながら、ディスク媒体においては記録容量が固定である。所定の番組を符号化して記録する場合において、固定レートで記録を行うと、ディスク媒体の記録容量と固定レートとに基づいて記録時間が決定される。一方、可変レートで記録を行うと、記録時間は予め決定されない。従って、所定番組の画像データを符号化して可変レートで記録する場合には、所定の量子化係数を定めて一旦符号化して発生符号量を求め、発生符号量とディスク媒体の記録容量とに基づいて再度量子化係数を設定して、所定番組の発生符号量がディスク媒体の記録容量以内に収まるようにしている。即ち、この場合には、2回の符号化処理を必要とするという問題があった。

【0018】また、ディスクを再生する場合において、伝送レートを高くするためにディスクの回転速度を高速にすると、ピックアップ制御が不安定となって、正常なキック処理が困難になってしまうという問題もあった。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来、伝送レートを可変レートにして圧縮を行う場合には、符号量を所定の設定符号量以内に収めるために、2回の符号化処理を行う必要があり、実時間処理の2倍の処理時間が必要となるという問題点があり、また、キック処理が不安定であるという問題もあった。

【0020】本発明は、かかる問題点を鑑みてなされたものであって、処理時間を著しく短縮することができる可変レート圧縮装置を提供することを目的とする。

【0021】また、本発明は、可変レートで符号化出力が記録されたディスク媒体の再生時に安定したキックを可能にすることができる可変レート圧縮装置を提供する

ことを目的とする。

【0022】また、本発明は、可変レートで符号化出力が記録されたディスク媒体の再生時に安定したキックを可能にすることができる可変レート伸長装置を提供することを目的とする。

【0023】〔発明の構成〕

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る可変レート圧縮装置は、入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、前記入力データを前記符号化手段において符号化した場合の符号量を所定期間毎に概算することにより前記符号化手段の出力レートを前記符号化処理前に分析して概算レートとして出力するレート分析手段と、前記概算レートが前記符号化手段の出力に許容されたピークレートを越えた場合には前記符号化手段の圧縮率を大きくして前記符号化出力の出力レートをピークレート以下に抑制するピークレート制御手段とを具備したものであり、本発明の請求項9に係る可変レート圧縮装置は、入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、前記入力データを前記符号化手段において符号化した場合の符号量を概算することにより前記符号化手段の出力レートを前記符号化処理前に分析して概算レートとして出力するレート分析手段と、前記概算レートが前記符号化手段の出力に許容されたピークレートを越えた場合には前記符号化手段の圧縮率を大きくして前記符号化出力の出力レートをピークレート以下に抑制するピークレート制御手段と、前記符号化手段の出力を記憶する記憶手段と、前記入力データ又は前記記憶手段に記憶されたデータの一部を再符号化して出力する再符号化手段とを具備したものであり、本発明の請求項11に係る可変レート圧縮装置は、入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、前記入力データを前記符号化手段において符号化した場合の符号量を概算することにより前記符号化手段の出力レートを前記符号化処理前に分析して概算レートとして出力するレート分析手段と、前記概算レートが前記符号化手段の出力に許容されたピークレートを越えた場合には前記符号化手段の圧縮率を大きくして前記符号化出力の出力レートをピークレート以下に抑制するピークレート制御手段と、前記符号化手段の出力レートと前記符号化手段の出力に許容された許容総符号量に基づく平均レートとの差に基づいて前記符号化手段の圧縮率を変化させて前記符号化手段の出力の総符号量を前記許容総符号量に対応させる平均レート制御手段とを具備したものであり、本発明の請求項13に係る可変レート圧縮装置は、入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、前記入力データを前記符号化手段において符号化した場合の符号量を概算することにより前記符号化手段の出力レートを前記符号化処理前に分析して概算レートとして出力するレート分析手段と、前記概算レートが前記符号化手段の出力に許容されたピークレ

ートを越えた場合には前記符号化手段の圧縮率を大きくして前記符号化出力の出力レートをピークレート以下に抑制するピークレート制御手段と、前記符号化手段の出力レートと前記符号化手段の出力に許容された許容総符号量に基づく平均レートとの差に基づいて前記符号化手段の圧縮率を変化させて前記符号化手段の出力の総符号量を前記許容総符号量に対応させる平均レート制御手段と、前記符号化手段の出力を記憶する記憶手段と、前記入力データ又は前記記憶手段に記憶されたデータの一部を再符号化して出力する再符号化手段とを具備したものであり、本発明の請求項14に係る可変レート圧縮装置は、複数種類のデータを夫々符号化処理する符号化手段と、この符号化手段からの前記複数種類のデータに対する符号化出力を多重して可変レートで出力する多重手段と、前記複数種類のデータを前記符号化手段において符号化した場合の符号量を夫々概算して各概算値を出力する符号量概算手段と、所定期間当たりの前記各概算値の和が前記多重手段の出力に許容された前記所定期間当たりの許容最大符号量を越えた場合には前記複数種類のデータに対する各圧縮率を前記データの種類のに基づいて制御することにより、前記所定期間当たりの前記符号化出力の出力符号量の和を前記許容最大符号量以下に抑制する発生符号量抑制手段とを具備したものであり、本発明の請求項17に係る可変レート圧縮装置は、入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、この符号化出力の出力に所定時間毎の発生符号量を示すポインタを付加して出力するポインタ付加手段とを具備したものであり、本発明の請求項18に係る可変レート圧縮装置は、入力データを符号化処理して可変レートで出力する符号化手段と、この符号化出力の出力をディスク媒体に記録する場合に、前記ディスク媒体を再生するピックアップのキック情報を前記符号化手段の出力レートに基づいて作成し作成したキック情報を前記符号化手段の出力に付加して出力するキック情報付加手段とを具備したものであり、本発明の請求項19に係る可変レート伸長装置は、所定時間毎の符号量を示すポインタが付加された符号化出力が可変レートで記録されたディスクをピックアップによって再生する再生手段と、この再生手段の出力を保持して出力するデコーダバッファと、この再生手段の再生信号から前記ポインタを検出するポインタ検出手段と、このポインタ検出手段が検出したポインタに基づいて前記ピックアップをキックさせることにより、前記ディスクに記録されている符号化出力の記録レートに対応した再生レートでの再生を可能にするピックアップ制御手段とを具備したものである。

【0024】

【作用】本発明の請求項1において、入力データは符号化手段によって符号化される前に、レート分析手段によってレート分析されて概算レートが得られる。ピークレート制御手段は概算レートが符号化手段の出力に許容さ

れたピークレートを越えた場合には、符号化手段の圧縮率を大きく設定する。符号化手段はピークレート制御手段によって設定された圧縮率で入力データを圧縮して出力する。これにより、符号化出力のピークレートが制限される場合でも、仮符号化することなく最初の符号化処理においてピークレート以下の符号化出力を得る。

【0025】本発明の請求項9においては、ピークレート制御手段によって、符号化手段からピークレートが制限された符号化出力が得られる。記憶手段は符号化手段の出力を記憶する。例えば、記憶手段に記憶されたデータの符号量が所定の設定符号量よりも大きい場合には、入力データ又は記憶手段に記憶されたデータを再符号化手段によって再符号化する。こうして、適正な圧縮率の符号化出力を得る。

【0026】本発明の請求項11においては、ピークレート制御手段によって、符号化手段からピークレートが制限された符号化出力が得られる。更に、平均レート制御手段は、符号化手段の出力レートと前記符号化手段の出力に許容された許容総符号量に基づく平均レートとの差に基づいて符号化手段の圧縮率を変化させ、符号化手段の出力の総符号量を許容総符号量に対応させる。これにより、仮符号化することなく最初の符号化処理において許容総符号量に対応した符号化出力を得る。

【0027】本発明の請求項13においては、ピークレート制御手段によって、符号化手段からピークレートが制限された符号化出力が得られ、平均レート制御手段によって、許容総符号量に対応した総符号量の符号化出力が得られる。更に、再符号化手段が入力データ又は記憶手段に記憶されたデータの一部を再符号化することにより、適正な圧縮率の符号化出力を得る。

【0028】本発明の請求項14においては、複数種類のデータは符号化手段によって符号化された後、多重手段によって多重されて可変レートで出力される。符号量概算手段は、符号化前に各種のデータに対する符号量を概算しており、発生符号量抑制手段は、各符号量の概算値の和が許容最大符号量以下となるように圧縮率を制御する。

【0029】本発明の請求項17において、可変レートで出力される符号化出力には、ポインタ付加手段によって、所定時間毎の発生符号量を示すポインタが付加される。

【0030】本発明の請求項18においては、符号化出力にはキック情報が付加される。このキック情報を用いることにより、再生側で安定したキックが可能となる。

【0031】本発明の請求項19において、再生手段によって、ポインタが付加された符号化出力がディスクから再生される。ポインタ検出手段は再生信号からポインタを検出し、ピックアップ制御手段は検出したポインタに基づいてピックアップのキックを制御する。ポインタによってデコーダバッファの余裕を検出することがで

き、ピックアップのキック処理の安定度が向上する。

【0032】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。図1は本発明の一実施例に係る可変レート圧縮装置が組込まれた記録ディスク制作システムを示すブロック図である。

【0033】図1はデジタルビデオディスクに記録を行うための記録ディスク制作システムに適用した可変レート圧縮装置の基本構成を示している。

【0034】図1において、スタジオ機器21は映像データ、音声データ及びその他のデータを作成して、夫々映像エンコーダ50、音声エンコーダ91及びデータエンコーダ120に与える。なお、映像データは輝度データY及び色差データPb、Prを有しており、処理は輝度系と色差系とに分けられるが、図1では説明の簡略化のために、1系統で処理するものとして説明している。

【0035】映像エンコーダ50の映像ピークレート分析回路22は、映像データを符号化した場合の符号化出力の発生レートを所定時間単位、例えば1GOP単位で分析して、分析結果をシステム制御装置25に出力するようになっている。また、音声エンコーダ91の音声ピークレート分析回路23は、音声データを符号化した場合の符号化出力の発生レートを例えば1GOPに相当する時間単位で分析して、分析結果をシステム制御装置25に出力するようになっている。データエンコーダ120のデータピークレート分析回路24はその他のデータを符号化した場合の符号化出力の発生レートを例えば1GOPに相当する時間単位で分析して、分析結果をシステム制御装置25に出力するようになっている。

【0036】システム制御装置25はピークレート分析回路22、23、24からの分析結果が与えられて、映像データを符号化した場合の符号化出力のピークレート（以下、映像ピークレートという）、音声データを符号化した場合の符号化出力のピークレート（以下、音声ピークレートという）及びその他のデータを符号化した場合の符号化出力のピークレート（以下、データピークレートという）の概算値を算出する。

【0037】映像ピークレート分析回路22、音声ピークレート分析回路23及びデータピークレート分析回路24は、夫々、映像データ、音声データ及びその他のデータをピークレートの分析に必要な所定時間（1GOP期間）だけ遅延させて、映像圧縮回路27、音声圧縮回路28及びデータ圧縮回路29に供給する。映像圧縮回路27は、入力された映像データをDCT処理した後量子化してデータ量を削減する。更に、映像圧縮回路27は量子化出力を可変長符号化してデータ量を一層削減させる。また、音声圧縮回路28はサブバンド符号化を用いて音声データを圧縮し、データ圧縮回路29はその他のデータを圧縮する。圧縮回路27乃至29からの符号化出力はマルチプレクサ30に供給されると共に、システム制御装置25にも供給

される。なお、圧縮回路27乃至29からの符号化出力の発生レートは可変レートである。

【0038】ところで、ディスク媒体においては、記録可能な最大の記録レート及び再生レート（以下、ディスクピークレートという）はディスクの回転速度によって一義的に決定される。所定タイミングにおける映像ピークレート、音声ピークレート及びデータピークレートの加算値がディスクピークレートを越えないように設定する必要がある。

10 【0039】この理由から、システム制御装置25は、映像ピークレート、音声ピークレート及びデータピークレートの概算値に基づいて、映像圧縮回路27、音声圧縮回路28及びデータ圧縮回路29の圧縮率を変更して発生レートを制御するようになっている。例えば、映像圧縮回路27はシステム制御装置25によって量子化係数が制御されるようになっている。

20 【0040】また、ディスク媒体の記録容量が固定されているので、全記録データの符号量をディスク媒体の記録容量に対応させる必要がある。このため、システム制御装置25は、圧縮回路27乃至29からの符号化出力の符号量を累積加算し、累積加算結果に基づいて総発生符号量が記録容量に対応するように、圧縮回路27乃至29の圧縮率を制御するようになっている。

30 【0041】マルチプレクサ30は圧縮回路27乃至29からの符号化出力を多重して記録処理回路31に出力する。なお、マルチプレクサ30の出力も可変レートである。記録処理回路31は、所定の記録処理、例えば、符号化出力の記録フォーマットへの変換処理、誤り訂正符号の付加処理及び記録に適した変調処理等を行って、記録データをカッティング装置32に供給する。カッティング装置32は記録データを光変調して、ディスク原板33にカッティングを施す。サーボ回路35はモータ34の回転を制御するようになり、モータ34はディスク原板33を定速回転させて記録を行わせるようになっている。

【0042】次に、各構成ブロックについて更に詳細に説明する。

40 【0043】図2は図1中のスタジオ機器21の具体的な構成を示すブロック図である。VTR（ビデオテープレコーダ）42は映像データを記憶し、音声レコーダ43は音声データを記憶し、データ制作部44はその他のデータを記憶する。これらのVTR42、音声レコーダ43及びデータ制作部44はスタジオコントローラ41によって制御され、ハウスシンク発生器45からハウスシンクが供給されて外部同期がとられる。なお、ハウスシンクとしては、ビデオ同期信号、ブラックバーストVD（垂直同期信号）及びHD（水平同期信号）等が用いられる。ハウスシンクを用いることで、フレーム当たりの位相合わせが可能となる。

50 【0044】スタジオコントローラ41は、操作部26によって制御されて、VTR42、音声レコーダ43及びデータ

制作部44を制御するようになっている。また、スタジオコントローラ41は、ハウスシンク発生器45及び後述する基準時間発生回路81（図3参照）も制御する。また、映像エンコーダ50、音声エンコーダ91及びデータエンコーダ120にも同様にハウスシンクを供給してシステム全体の同期をとるようになっている。

【0045】操作部26はGUI（Graphical User Interface）を採用している。GUIはユーザとのインターフェースであり、エンコードに必要な指定情報の入力及びエンコード結果の表示を行う。

【0046】VTR42からの映像データは例えばNTSC方式又はPAL方式等の輝度データY及び色差データPb、Prから成り、映像ピークレート分析回路22に供給される。音声レコーダ43は、例えば、DVTR又はDAT（デジタルオーディオテープレコーダ）等によって構成され、音声データを音声ピークレート分析回路23に供給する。また、データ制作部44からのその他のデータとしては、例えば、字幕データ、テキストデータ、キャプション（U. S. Caption）データ及び副映像データ等があり、データピークレート分析回路24に供給されるようになっている。

【0047】図3は映像ピークレート分析回路22及び映像圧縮回路27によって構成される映像エンコーダ50を示すブロック図である。

【0048】映像データは映像ピークレート分析回路22のフレームメモリ51に供給される。フレームメモリ51は入力された映像データをフレーム化してプリフィルタ52に与え、プリフィルタ52は映像データを帯域制限してノイズリダクション回路（以下、NRという）53に出力する。NR53は映像データのノイズを除去してフレームメモリ54に出力すると共に、アクティビティ測定回路55及びシーンチェンジ検出回路56に出力する。

【0049】アクティビティ測定回路55は、所定時間単位で映像データの画素の相関をアクティビティとして出力する。例えば、アクティビティ測定回路55は、1GOP単位で画素値の2乗誤差からアクティビティを求める。アクティビティは絵柄の細かさを示すものであり、アクティビティによって、符号化した場合の符号量を予測することができる。アクティビティ測定回路55からのアクティビティは端子75を介してシステム制御装置25（図1）を構成する映像符号量制御回路58に供給される。

【0050】シーンチェンジ検出回路56は、図示しないフレームメモリを有しており、前後の画像を比較することにより、シーンチェンジを検出してシーンチェンジフラグを端子57を介して映像符号量制御回路58に出力する。フレームメモリ54は、映像ピークレートを検出するための例えば1GOP期間だけ映像データを遅延させて、映像圧縮回路27のシャプニング回路59に供給するようになっている。なお、アクティビティ測定回路55及び

シーンチェンジ検出回路56の出力は、後述するシステム制御装置25のシステム符号量配分回路152（図7参照）にも供給されるようになっている。

【0051】シャプニング回路59は、映像データをシャプニングして走査変換マクロブロック化回路60及び動き検出回路61に出力する。動き検出回路61は図示しないフレームメモリを有しており、画像の動きを検出して動きベクトルを動き補償回路70に出力する。本実施例においては、動きベクトルは映像符号量制御回路58及びシステム符号量配分回路152にも供給されてピークレートの分析にも用いられるようになっている。

【0052】上述したように、直交変換はブロック単位（例えば8画素×8ライン）で行う。ところで、直交変換においては、輝度信号と色差信号とを別々に処理する。この場合、色差信号と輝度信号とのサンプリングクロックの相違から、輝度ブロックと色差ブロックとの大きさは異なる。例えば、色差信号のサンプリングクロックが輝度信号のサンプリングクロックの1/4の周波数であるものとする、4つの輝度ブロックと1つの色差ブロックとが同一の大きさとなる。この場合には、符号化は4つの輝度ブロックと各1つずつの色差ブロックとによって構成されるマクロブロック単位で行う。走査変換マクロブロック化回路60は入力された映像データをマクロブロック化してブロック単位で減算器62に出力する。

【0053】減算器62はスイッチ71から動き補償された参照ブロックの画像データが与えられ、フレーム間圧縮モード時には、走査変換マクロブロック化回路60からのブロックデータと参照ブロックデータとの差分を予測誤差としてDCT回路63に供給する。フレーム内圧縮モード時には、スイッチ71はオフとなり、減算器62は走査変換マクロブロック化回路60の出力をそのままDCT回路63に与える。DCT回路63は減算器62の出力をDCT処理して量子化回路64に出力する。量子化回路64は量子化係数が映像符号量制御回路58に制御され、DCT変換係数を量子化して可変長符号化回路65及び逆量子化回路66に出力する。可変長符号化回路65は、量子化回路64からの量子化出力を可変長符号化してマルチプレクサ73に出力する。

【0054】逆量子化回路66は量子化出力を逆量子化し、逆DCT回路67は逆量子化出力を逆DCT処理してDCT処理前の画素データに戻した後加算器68に与える。加算器68の出力は画像メモリ69、動き補償回路70及びスイッチ71を介して帰還されており、加算器68は逆DCT回路67からの予測誤差に動き補償された参照画像データを加算して現フレームのデータ（ローカルデコードデータ）を復元して画像メモリ69に出力する。

【0055】画像メモリ69は2フレーム分の参照画像データを記憶することができ、記憶した参照画像データを動き補償回路70に出力する。動き補償回路70は動きベク

トルに基づいて参照画像データのブロック化位置を決定して、動き補償した参照ブロックデータをスイッチ71を介して減算器62及び加算器68に出力するようになっている。

【0056】オーバーヘッドデータ発生回路74は、量子化回路64が用いる量子化係数に関する情報及びフレーム間予測符号化に用いる動きベクトルに関する情報等を発生してオーバーヘッドデータとしてマルチプレクサ73に出力する。マルチプレクサ73は、可変長符号化回路65の出力にオーバーヘッドデータを付加して記憶手段76、77、編集加工手段78及び出力端子79に出力するようになっている。出力端子79からの符号化出力は総発生符号量に基づく符号量制御を行うために、システム制御装置25の後述する所定時間発生符号量及び所定時間記憶手段占有度算出回路（図7参照）153に供給されるようになっている。

【0057】マルチプレクサ73の出力は記憶手段76、77を介してマルチプレクサ30に供給されるようになっている。マルチプレクサ30においては、上述したように、映像エンコーダ50の出力、音声エンコーダ91の出力及びデータエンコーダ120の出力を合成するようになっている。このため、各エンコーダを含むシステム全体の時間管理を行う必要がある。

【0058】次に、この時間管理について説明する。

【0059】基準時間発生回路81はシステム全体の時間基準となる基準時間を示すタイムコードを発生している。基準時間はハウスシンク発生器45のハウスシンクと同期が取られている。タイムコードとしては、時、分、秒、フレーム及びフィールドを指定するSMPTEタイムコードを用いる。映像データ、音声データ及びその他のデータが夫々記録されているVTR42、音声レコーダ43及びデータ制作部44のソーステープには、各データ毎のタイムコード（ソースタイムコード）も記録されている。タイムコードは各シーン毎に登録されており、各シーンをつなぎ合わせて完全なパケット状態となった場合でも、タイムコードは把握可能となっている。

【0060】映像エンコーダ50、音声エンコーダ91及びデータエンコーダ120を同時に動作させる場合には、操作部26は、ソース映像データ、ソース音声データ及びその他のソースデータのタイムコード同士の同期関係を指定すると共に、VTR42、音声レコーダ43及びデータ制作部44の調相を取るようになっている。これにより、各データ同士の時間関係を対応させることができる。

【0061】映像エンコーダ50、音声エンコーダ91及びデータエンコーダ120は、タイムコード変換・対応づけ処理を行って、ソースタイムコードをエンコーダタイムコードに変換するようになっている。即ち、基準時間発生回路81からの基準時間は端子82a、82bを介して映像エンコーダ50の映像時間情報作成回路83、84に供給される。映像時間情報作成回路83、84は基準時間に基づいて

エンコーダ映像タイムコードを作成して夫々記憶手段76、77に出力するようになっている。

【0062】例えば、ソース映像タイムコード、ソース音声タイムコード及びソースデータタイムコードが非同期に発生している場合には、映像時間情報作成回路83、84は、映像データ、音声データ及びその他のデータの符号化出力相互間のエンコーダタイムコードを対応づけるようにエンコーダ映像タイムコードを作成する。例えば、映像時間情報作成回路83、84はソース映像タイムコードをそのままエンコーダ映像タイムコードとして使用し、後述する音声エンコーダ91及びデータエンコーダ120の音声時間情報作成回路108（図4参照）及びデータ時間情報作成回路128（図5参照）においてもソース映像タイムコードをエンコーダ音声タイムコード及びエンコーダデータタイムコードとして使用する。映像時間情報作成回路83、84は、タイムコード変換・対応づけ処理によって得たエンコーダ映像タイムコードをマルチプレクサ30に出力する。

【0063】一方、映像エンコーダ50、音声エンコーダ91及びデータエンコーダ120を別々に動作させる場合には、操作部26は、ソース映像タイムコード、ソース音声タイムコード及びソースデータタイムコード同士の同期関係を指定するようになっている。そして、映像エンコーダ50、音声エンコーダ91及びデータエンコーダ120は、各ソースタイムコードと各エンコーダタイムコードとを対応づけ、各符号化出力と関連付けする。即ち、映像時間情報作成回路83、84はソース映像タイムコードとエンコーダ映像タイムコードとを対応づけて映像の符号化出力に関連づける。

【0064】映像時間情報作成回路83、84からのエンコーダ映像タイムコードは夫々記憶手段76、77に与えられる。記憶手段76、77はマルチプレクサ73から与えられる映像符号化出力を記憶すると共に、記憶した符号化出力に対応したソースタイムコードとエンコーダタイムコードとの対応をとりながら読出しを行う。記憶手段76はエンコーダバッファとして機能し、入力された符号化出力を一時保持してマルチプレクサ30に出力する。これにより、記憶手段76は、映像エンコーダ50の符号化出力の発生符号量を平滑化すると共に、マルチプレクサ30における符号化出力の多重タイミングを調整する。なお、マルチプレクサ30の多重タイミングを調整することにより、映像データ、音声データ及びその他のデータの発生符号量を平滑化することができる。

【0065】一方、記憶手段76は符号化出力の編集加工等のために記憶を行うものであり、例えば、ハードディスク装置等によって構成されて所定番組の記憶を行う。編集加工手段78は、端子85を介してオペレータの操作に基づく信号が与えられて、記憶手段77から読出した符号化出力を編集加工して記憶手段77及び映像時間情報作成回路84に出力する。なお、編集加工手段78は、編集加工

結果に基づいて、オーバヘッドデータも修正するようになっている。記憶手段76は、編集加工された符号化出力を、ソース時間とエンコード時間との対応をとりながら、マルチプレクサ30に出力するようになっている。なお、タイムコード変換・対応づけ処理においては、ソースステップのドロップフレームとフルフレームの指定を行って、映像データ、音声データ及びその他のデータの各タイムコードの対応をとる。

【0066】図4は音声ピークレート分析回路23及び音声圧縮回路28によって構成される音声エンコーダ91の具体的な構成を示すブロック図である。

【0067】音声エンコーダ91の音声ピークレート分析回路23に入力される音声データは、例えば、10Hz～約20kHzの音声信号帯域を有するオーディオ信号が48kHz等のサンプリング周波数でサンプリングされてディジタル化されたものである。音声ピークレート分析回路23は、音声遅延メモリ92、母音、子音、背景音検出回路93及び音声符号量概算決定回路94によって構成されている。音声ピークレート分析回路23は、所定期間

(例えば、映像の1GOP期間に相当する期間)の音声発生符号量の概算値を求めると共に、符号量の概算に必要な期間だけ入力された音声データを遅延させて音声圧縮回路28に供給する。

【0068】音声圧縮回路28においては、背景音及び子音部分の符号を削減することにより発生符号量を低減する符号化を採用する。従って、音声データの母音、子音及び背景音を検出することにより発生符号量の概算値を求めることができる。母音、子音、背景音検出回路93は、信号の周期性を利用して、入力された音声データから母音、子音及び背景音を検出する。即ち、母音、子音、背景音検出回路93は、周期性を有する成分を母音と判断し、インパルス性を有し周期性を有していない成分を子音と判断し、ランダムなホワイトノイズに近似した成分を背景音として判断して、各成分の検出結果を音声符号量概算決定回路94に出力する。

【0069】音声符号量概算決定回路94は、母音、子音、背景音検出回路93の検出結果に基づいて音声圧縮回路28における符号化出力の符号量を概算して、概算値をシステム制御装置25の音声符号量制御回路111及びシステム符号量配分回路152に出力する。音声遅延メモリ92は音声符号量の概算値の演算に必要な期間だけ音声データを遅延させて音声圧縮回路28に出力するようになっている。

【0070】音声圧縮回路28はサブバンド符号化を用いて符号化を行う。サブバンド符号化は所定のサンプル数(例えば1536サンプル)(オーディオフレーム)毎に複数の周波数帯域に分割し、各帯域の電力が偏在することを利用して、各帯域に夫々適した符号化を行うものである。音声圧縮回路28に入力される音声データは例えば16ビット直線量子化されたものであり、音声圧縮回

路28のサブバンド分析フィルタバンク96は、入力された音声データを32帯域のサブバンド信号に分割する。サブバンド信号は線形量子化器102に与え、線形量子化器102は、各帯域毎に設定された割当てビット数でビットを割当てて量子化することにより、符号量を削減する。

【0071】線形量子化器102のビットの割当てには聴覚特性を利用する。即ち、各帯域毎に知覚可能な閾値を求めて、知覚可能な範囲が狭い場合ほど割当てビット数を小さくするのである。このため、音声データは高速フーリエ変換回路(以下、FFTという)97にも与えられるようになっている。FFT97は入力された音声データを高速フーリエ変換処理によって周波数成分に変換して聴覚心理モデル分析回路100に出力する。

【0072】また、スケールファクタ抽出回路99はサブバンド分析フィルタバンク96からの各サブバンド信号についてスケールファクタを計算する。スケールファクタは正規化された最大振幅に対する倍率を示す。算出したスケールファクタは聴覚心理モデル分析回路100に出力する。聴覚心理モデル分析回路100は音声データの各周波数成分毎のスケールファクタから各帯域の割当てビット数を決定するための聴覚心理モデルを作成して動的ビット割当て回路101に出力する。動的ビット割当て回路101は、聴覚心理モデルに基づいて各サブバンド信号に割当てるビット数を決定してビット割当て情報を線形量子化器102に出力する。これにより、各サブバンド内での信号エネルギーの偏在を減少させてダイナミックレンジを削減し、各サブバンドのエネルギーに応じたビットを割当てを可能にしている。

【0073】線形量子化器102はサブバンド分析フィルタバンク96からのサブバンド信号が与えられ、ビット割当て情報に基づくビット数でサブバンド信号を量子化してビット圧縮回路103に出力する。ビット圧縮回路103は量子化出力をビット圧縮してビットストリーム作成回路105に出力する。本実施例においては、ビット圧縮回路103は音声符号量制御回路111に圧縮率が制御されるようになっている。高い圧縮率が設定された場合には、ビット圧縮回路103は、例えば背景音及び子音部分のピークレートを低くする。

【0074】一方、スケールファクタ及びビット割り当て情報はサイド情報符号化回路104にも供給される。サイド情報符号化回路104は、スケールファクタ及びビット割当て情報をヘッダ又は補助情報として符号化してビットストリーム作成回路105に出力する。ビットストリーム作成回路105はビット圧縮回路103の出力とサイド情報符号化回路104の出力とを多重して音声ビットストリームを作成して、記憶手段106及び端子107に出力する。端子107を介して出力された音声ビットストリームは総発生符号量に基づく符号量制御を行うために、システム制御装置25の後述する所定時間発生符号量及び所定時間記憶手段占有度算出回路153に供給されるように

なっている。

【0075】端子82cには基準時間発生回路81から基準時間を示すタイムコードが与えられる。音声時間情報作成回路108は、このタイムコードに基づいてエンコーダ音声タイムコードを作成して記憶手段106に出力するようになっている。記憶手段106はビットストリーム作成回路105から与えられる音声ビットストリームを記憶すると共に、記憶した音声ビットストリームに対応したソース音声タイムコードとエンコーダ音声タイムコードとの対応をとりながら読出しを行う。なお、記憶手段106が出力タイミングを調整することにより、映像データ、音声データ及びその他のデータの発生符号量を平滑化することができる。

【0076】なお、音声データにおいては、上述したように、所定の音声サンプル数（例えば1536）を1オーディオフレームとして処理している。このため、音声のタイミング管理においては、エンコーダ音声タイムコードと共に、ビデオ同期信号位置（Vsync）に対応する音声サンプル数と音声のオーディオフレーム番号とを指定するようになっている。これらの値は音声時間情報作成回路108に与えられて、マルチプレクサ30に出力されるようになっている。

【0077】なお、本実施例においては、発生符号量の概算を行うことによって音声のピークレートを分析しており、発生符号量を概算することができれば、母音、子音、背景音検出回路93を用いなくともよい。例えば、音声圧縮回路28内のFFT97によっても発生符号量の概算が可能であり、これは、音声の周波数に応じて発生符号量を削減する手法において特に有効である。

【0078】図5はデータピークレート分析回路24及びデータ圧縮回路29によって構成されるデータエンコーダ120の具体的な構成を示すブロック図である。

【0079】データエンコーダ120のデータピークレート分析回路24に入力されるその他のデータは、例えば字幕データ、テキストデータ又は副映像用の映像データ等である。データピークレート分析回路24は、データ遅延メモリ122、データ内容検出回路121及びデータ符号量概算決定回路123によって構成されている。

【0080】字幕のデータは、常に存在する訳ではなく、せりふに対応したタイミングにのみ発生する。そこで、データ内容検出回路121は入力されるその他のデータの内容の有無を検出して、検出結果をデータ符号量概算決定回路123に出力する。データ符号量概算決定回路123は、内容の有無の検出結果に基づいてデータ圧縮回路29における符号化出力の符号量を概算して、概算値をシステム制御装置25のデータ符号量制御回路126及びシステム符号量配分回路152に出力する。データ遅延メモリ122はデータ符号量の概算値の演算に必要な期間だけその他のデータを遅延させてデータ圧縮回路29に出力するようになっている。

【0081】データ圧縮回路29のデータ圧縮器125は、データ符号量制御回路126によって圧縮率が制御されて、入力されたデータを符号化して記憶手段127及び端子129に出力する。端子129を介して出力されたデータビットストリームは総発生符号量に基づく符号量制御を行うために、システム制御装置25の所定時間実発生符号量及び所定時間記憶手段占有度算出回路153に供給されるようになっている。

【0082】端子82dには基準時間発生回路81から基準時間を示すタイムコードが与えられる。データ時間情報作成回路128は、このタイムコードに基づいてエンコーダデータタイムコードを作成して記憶手段127に出力するようになっている。記憶手段127はデータ圧縮器125の出力を記憶すると共に、記憶したデータに対応したソースデータタイムコードとエンコーダデータタイムコードとの対応をとりながら読出しを行う。なお、記憶手段127が出力タイミングを調整することにより、映像データ、データデータ及びその他のデータの発生符号量を平滑化することができる。

【0083】図1において、マルチプレクサ30は、映像エンコーダ50、音声エンコーダ91及びデータエンコーダ120の各符号化出力に対応するエンコーダタイムコードを用いて、各符号化出力の同期関係を把握しながら多重化を行う。例えば、各符号化出力に付加する各エンコーダタイムコードをソース映像タイムコードで代表させた場合には、タイムコード値が一致する符号化出力毎に多重化を行う。

【0084】また、各エンコーダ50、91、120が別々に動作する場合には、操作部26に基づくシステム制御装置25の制御によって、マルチプレクサ30は、操作部26が指定したソース映像タイムコード、ソース音声タイムコード及びソースデータタイムコード同士の同期関係を達成する多重化処理を行う。この場合には、マルチプレクサ30は、各エンコーダのタイムコード変換・対応づけ処理によるエンコーダタイムコードを用いて同期関係をとるようになっている。

【0085】なお、マルチプレクサ30の多重化順序は、その他のデータ、音声データ、映像データの順であり、マルチプレクサ30から出力される多重化データは1GOP（例えば12フレーム）単位となっている。

【0086】図6は図1中の記録処理回路31及びカッティング装置32の具体的な構成を示すブロック図である。

【0087】マルチプレクサ30からの多重化データは記憶手段130に供給される。記憶手段130は多重化データの出力レートを平滑化してマルチプレクサ132に出力する。なお、記憶手段130の記憶容量は、後述するデコーダ側のシステムバッファの記憶容量以下に設定されている。

【0088】マルチプレクサ30からの多重化データは所定時間当たり発生符号量ポインタ131にも供給される。

所定時間当たり発生符号量ポインタ131は所定時間当たりの発生符号量に対応した発生符号量ポインタを作成する。マルチプレクサ30における1多重化単位をマルチプレクスユニットというものとすると、発生符号量ポインタは例えば下記(1)乃至(7)の値を示す。

【0089】(1)マルチプレクスユニットの総符号量を示す値。

【0090】(2)マルチプレクスユニット内のデータ符号量を示す値。

【0091】(3)マルチプレクスユニット内の音声符号量を示す値。 10

【0092】(4)マルチプレクスユニット内の映像符号量を示す値。

【0093】(5)マルチプレクスユニット内の映像の各ピクチャ当たりの符号量を示す値。

【0094】(6)n個前のマルチプレクスユニットまでの符号量を示す値。

【0095】(7)n個後のマルチプレクスユニットまでの符号量を示す値。

【0096】所定時間当たり発生符号量ポインタ131は発生符号量ポインタを補助情報としてマルチプレクサ132に出力する。マルチプレクサ132は記憶手段130からの多重化データに補助情報を付加してセクタ作成回路133に出力する。 20

【0097】セクタ作成回路133は、マルチプレクサ132の出力を所定バイト数の符号に区切ってセクタを形成する。セクタ作成回路133の出力はエラー訂正符号化回路(以下、ECCという)135に供給される。ECC135は、入力されたセクタ単位のデータにエラー訂正符号を付加して変調回路136に出力する。変調回路136は、 30 入力されたデータに記録に適した変調、例えば8-14変調等を施して記録イコライザ137に出力する。記録イコライザ137は入力されたデータの所定帯域の信号を強調して記録データをカッティング装置32に出力するようになっている。

【0098】カッティング装置32は光変調器138及びカッティング部139によって構成されている。光変調器138は記録イコライザ137からの記録データを光変調してカッティング部139に出力する。カッティング部139は光変調器138の出力に基づいてレーザー光をディスク原 40 板33に射出して記録データに基づくカッティングを行う。

【0099】一方、マルチプレクサ132の出力はキック情報作成回路134にも供給されている。上述したように、マルチプレクサ132の出力は可変レートである。映像ピークレート、音声ピークレート及びデータピークレートの加算値はディスク原板33への記録のピークレートを越えないように設定されており、ピークレートよりも低いレートでデータが伝送された場合には、再生ピックアップをキックさせることにより再生可能である。この 50

場合において、デコーダ側のシステムバッファのオーバーフローを検出することによりキックを行うと、キックが不安定となる。

【0100】そこで、キックタイミング及びキックのトラック数を示すキック情報を記録時に記録させておくこともできるようになっている。マルチプレクサ132の出力符号量に応じてディスク原板33上の記録パターンは一意に決定することを利用して、キック情報作成回路134は、入力されたマルチプレクサ132の出力に基づいて、ピックアップのキックを安定に動作させるキック情報を作成する。キック情報作成回路134は作成したキック情報をセクタ作成回路133に出力する。セクタ作成回路133はマルチプレクサ132の出力にキック情報を付加して出力するようになっている。

【0101】なお、本実施例においては、発生符号量ポインタを多重しているの、後述するように、キック情報を用いなくとも、再生側において安定したキックが可能である。

【0102】図7は図1中のシステム制御装置25の具体的な構成を示すブロック図である。

【0103】エンコーダシステムコントローラ151は、操作部26のユーザー操作に基づく制御信号によって、システム全体を制御する。操作部26において指定する指定情報としては、システムが可変レートであるので、ピークレート及び平均レートの情報等がある。平均レートの情報は、記録媒体(ディスク)の記録容量と記録するソース信号の時間によって決定される。即ち、ディスク媒体の記録容量が固定されているので、記録時間を設定すると、単位時間当たりに記録可能な平均の符号量、即ち、平均の記録レート(平均レート)が決定されるのである。また、操作部26ではエンコード結果を表示する機能も有している。なお、表示するエンコード結果としては、可変レートの1回目の符号化時の発生符号量及び量子化スケール等である。

【0104】システム制御装置25は、映像データ、音声データ及びその他のデータの総符号量を全体的に制御する。上述したように、映像データ、音声データ及びその他のデータの符号化出力は夫々可変レートである。伝送レートが可変レートであるので、上述したように、ピークレートと平均レートの2種類のレートを考慮すると共に、総発生符号量を考慮する。なお、映像データ、音声データ及びその他のデータのうち少なくとも1つの符号化出力が可変レートである場合でも同様である。

【0105】即ち、システム制御装置25は符号化出力のピークレートを最大の記録再生レート以下に抑制する。このため、システム符号量配分回路152は、映像ピークレート分析回路22、音声ピークレート分析回路23及びデータピークレート分析回路24の出力に基づいて、映像符号量制御回路58、音声符号量制御回路111及びデータ符号量制御回路126を制御するようになっている。これに

より、映像ピークレート、音声ピークレート及びデータピークレートの和が記録媒体のピークレート以下になるように、符号化が行われるようになっている。

【0106】また、所定時間実発生符号量及び所定時間記憶手段占有度算出回路153には端子79, 80, 107, 129を介して各データに対する符号化出力も入力される。所定時間実発生符号量及び所定時間記憶手段占有度算出回路153は、所定時間当たり実際に発生した符号化出力の符号量（実発生符号量）を算出して実発生累積符号量算出回路154に出力すると共に、所定時間当たりの記憶手段76, 77, 106, 127の占有度を算出してマルチプレクサ155を制御するようになっている。実発生累積符号量算出回路154は、所定時間当たりの符号量を累積加算して実発生累積符号量を求めてシステム符号量配分回路152に出力するようになっている。

【0107】システム符号量配分回路152は、全記録データに対する符号化出力の実発生累積符号量（総発生符号量）がディスク媒体の容量に対応するように、再符号化を制御するようになっている。

【0108】次に、このように構成された実施例の動作について図8を参照して説明する。図8は横軸に映像符号化出力の伝送レートをとり縦軸に量子化レベルをとって、映像符号量制御回路58の制御を説明するためのグラフである。

【0109】スタジオ機器21からの映像データ、音声データ及びその他のデータは夫々映像エンコーダ50、音声エンコーダ91及びデータエンコーダ120に供給される。本実施例においては、符号化は2つのステップに分けられる。1ステップ目の符号化時に、予めピークレートを見積もりながらピークレート制御を行う。そして、2ステップ目の符号化時に、記録媒体の容量に基づいて総圧縮符号量を制限するのである。

【0110】即ち、第1ステップにおいて、まず、映像ピークレート分析回路22、音声ピークレート分析回路23及びデータピークレート分析回路24は、入力されたデータのピークレートを検出する。この場合には、例えば1GOP期間毎にピークレートを分析する。1GOP期間を用いる理由は、GOP内で発生符号量が大きく変動するからである。

【0111】いま、1GOP期間のフレーム数Nが9で、両方向予測を採用しているものとする。また、IピクチャとPピクチャ（フレーム間圧縮フレーム）とのピクチャ間隔Mは3であるものとする。伝送順はB, B, I, B, B, P, B, B, Pピクチャの順である。なお、Bピクチャは両方向予測符号化フレームを示している。この場合には、一般的には、Iピクチャの符号量が最も大きく、また、Bピクチャの符号量が最も小さい。そこで、Iピクチャを基準にしてピークレートを求める。

【0112】映像ピークレート分析回路22は、入力され

た映像データの1GOP期間のアクティビティ及びシーンチェンジを検出してシステム符号量配分回路152及び映像符号量制御回路58に出力する。映像データはフレームメモリ54によって1GOP期間遅延されて映像圧縮回路27に供給される。映像圧縮回路27の動き検出回路61は動きベクトルを検出してシステム符号量配分回路152及び映像符号量制御回路58に出力する。

【0113】また、音声ピークレート分析回路23は母音、子音及び背景音の検出結果に基づいて音声符号量の概算を求めて、システム符号量配分回路152及び音声符号量制御回路111に出力する。データピークレート分析回路24はデータ内容の検出結果に基づいてデータ符号量の概算を求めて、システム符号量配分回路152及びデータ符号量制御回路126に出力する。

【0114】映像符号量制御回路58、音声符号量制御回路111及びデータ符号量制御回路126は、各データのピークレート分析結果に基づいて各データを符号化した場合のピークレートの概算値を求める。そして、映像符号量制御回路58、音声符号量制御回路111及びデータ符号量制御回路126は、システム符号量配分回路152に制御されて、各データのピークレートの概算値の和が記録再生ピークレートを越えないように制御する。映像符号量制御回路58は量子化回路64を制御し、音声符号量制御回路111はビット圧縮回路103を制御し、データ符号量制御回路126はデータ圧縮器125を制御する。

【0115】例えば、映像符号量制御回路58は、算出した映像データの映像ピークレートに応じて、量子化レベルを設定する。この場合には、図2(a), (b)に示すように、映像符号量制御回路58は、算出した映像ピークレートが所定の閾値よりも大きくなると、ピークレートに応じて段階的に量子化ステップを大きくするようになっている。これにより、算出した映像ピークレートが比較的高い場合には、映像データの圧縮率が高くなって、映像ピークレートを低減させることができる。なお、図2(b), (c)は異なる閾値を設定した場合の例を示している。

【0116】映像圧縮回路27、音声圧縮回路28及びデータ圧縮回路29は、夫々映像符号量制御回路58、音声符号量制御回路111及びデータ符号量制御回路126によって符号化出力のピークレートが制限されて、入力されたデータを符号化する。映像圧縮回路27においては、可変長符号化回路65からの可変長符号化出力はマルチプレクサ73によってオーバーヘッドデータが付加されて記憶手段77に供給される。記憶手段77は映像時間情報作成回路84からのエンコーダ映像タイムコードも同時に記憶する。

【0117】同様に、音声圧縮回路28のビットストリーム作成回路105からの出力は記憶手段106に供給され、音声時間情報作成回路108からのエンコーダ音声タイムコードと共に記憶される。また、データ圧縮回路29のデータ圧縮器125からの符号化出力は記憶手段127に供給

され、データ時間情報作成回路128からのエンコーダデータタイムコードと共に記憶される。

【0118】次に、第2ステップにおいて再符号化処理を行う。第1ステップの符号化時には、映像圧縮回路27のマルチプレクサ73の出力、音声圧縮回路28のビットストリーム作成回路105の出力及びデータ圧縮回路29のデータ圧縮器125の出力は、夫々端子79, 107, 129を介して所定時間実発生符号量及び所定時間記憶手段占有度算出回路153に供給されている。所定時間実発生符号量及び所定時間記憶手段占有度算出回路153によって所定時間毎の実発生符号量が順次算出され、実発生累積符号量算出回路154において累積されて、符号化開始から現符号化フレームまでの実累積発生符号量が算出されて、システム符号量配分回路152に供給される。

【0119】システム符号量配分回路152は、全記録データに対する実累積発生符号量（総発生符号量）がディスク媒体の記録容量よりも大きくなったか否かを検出する。システム符号量配分回路152は、所定時間当たりの発生符号量及び総発生符号量に関する情報を操作部26にも供給しており、操作部26においてこれらの実発生符号量を確認することができる。総発生符号量がディスク媒体の記憶容量を越えている場合には、ユーザーは操作部26を操作して、発生符号量を削減する比率と削減するソースタイムコードとを指定する。また、総発生符号量が記録容量以下の場合でも、映像データ、音声データ及びその他のデータの復元後の品質を向上させたい場合には、発生符号量を増加させる比率と増加させるソースタイムコードとを指定する。

【0120】操作部26の操作に基づく情報はエンコーダシステムコントローラ151に与えられ、再符号化する位置を示すタイムコードがGOP同士の境界位置となるように変更される。エンコーダシステムコントローラ151からの再符号化の開始タイムコードと終了タイムコードとは、スタジオ機器21に供給されると共に、端子85を介して編集加工手段78にも供給される。また、削減比又は増加比はエンコーダシステムコントローラ151からシステム符号量配分回路152に供給される。

【0121】スタジオ機器21は開始タイムコード及び終了タイムコードに対応するデータのみを順次映像エンコーダ50、音声エンコーダ91及びデータエンコーダ120に出力する。一方、システム符号量配分回路152は削減比又は増減比に基づいて再符号化時における各データの圧縮率を決定して、映像符号量制御回路58、音声符号量制御回路111及びデータ符号量制御回路126を制御する。これにより、映像圧縮回路27、音声圧縮回路28及びデータ圧縮回路29の圧縮率が制御されて、指定されたタイムコードに対応するデータが設定した圧縮率で再符号化される。記憶手段76, 77, 106, 127は、タイムコードを参照しながら、第1ステップの符号化データを再符号化されたデータに更新して記憶する。

【0122】なお、再符号化処理時に、各圧縮回路27乃至29による再圧縮を必要とせず、編集加工手段78による編集加工処理のみでよい場合には、編集加工手段78は、記憶手段77から開始タイムコード及び終了タイムコードに対応するデータを読み出して、所定の編集加工処理を施した後、記憶手段77に与えてデータを更新させる。

【0123】このように、第2ステップの再符号化処理においては、タイムコードによって示す一部のデータのみを再符号化処理するので、第2ステップの処理に要する時間は、第1ステップの処理時間の α 倍（ α は $0 \leq \alpha \leq 1$ の実数）でよい。従って、本実施例においては、ピークレートの算出に必要なGOP期間を無視すると、略々ソースデータの記録時間の $(1 + \alpha)$ 倍の期間で可変レート符号化処理が可能である。

【0124】次に、図9乃至図11を参照して上述した第1ステップのピークレート制御及びバッファ管理について更に詳細に説明する。図9は図1の記録ディスク制作システム及び後述する可変レート伸長装置（図16参照）を単純化して示すブロック図である。また、図10は縦軸に符号量をとって、分析されたピークレートの概算値を示すグラフであり、図11は横軸にピークレート算出期間（ $t_0 \sim t_1$ ）をとり縦軸に発生符号量をとって、各種レート及びバッファ状態を説明するためのグラフである。

【0125】図1のピークレート分析回路22乃至24においては、所定の期間 $t_1 - t_0$ （例えば、1GOP期間（9フレーム期間））においてピークレートを算出するものとする。各ピークレート分析回路22乃至24の分析結果（符号量の概算値）に基づいて概算した所定時間範囲の符号量を夫々 V_{est} , A_{est} , D_{est} とする。なお、これらの符号量 V_{est} , A_{est} , D_{est} は分析結果に基づく映像ピークレート、音声ピークレート及びデータピークレートに対応している。期間 $t_1 - t_0$ における各圧縮回路27乃至29の符号化出力の符号量、即ち、記憶手段76, 106, 127（以下、エンコーダバッファともいう）の入力符号量を夫々 V , A , D とする。更に、記憶手段76, 106, 127によって平滑された後の各出力の期間 $t_1 - t_0$ における符号量を V' , A' , D' とする。なお、記憶手段76, 106, 127の容量を夫々 $BS1'$, $BS2'$, $BS3'$ とし、所定時刻 t における記憶手段76, 106, 127の占有量を夫々 $F1(t)'$, $F2(t)'$, $F3(t)'$ とする。

【0126】ディスクピークレートの制限値に基づいてマルチプレクサ30の出力に許容される最大レートに対応した期間 $t_1 - t_0$ の符号量を $Speak$ とする。この $Speak$ の値は、ディスク板及びプレーヤーに基づいて決定される固定値である。システム符号量配分回路152は、この $Speak$ と記憶手段76, 106, 127において利用可能な容量（残容量）とに基づいて各圧縮回路27乃至29の出力符号量（出力レート）を決定する。

【0127】図10は所定のピークレート算出期間当たりで許容される各圧縮回路の総符号量の制限を示している。なお、図10(a)においては、横軸をその他のデータ、音声データ及び映像データに割当て、縦軸においてレート R の和を表現することができるように示してある。

$$P = \text{Speak} + (BS1' - F1'(t_0)) + (BS2' - F2'(t_0)) + (BS3' - F3'(t_0)) \dots (1)$$

なお、各エンコーダバッファの残容量は、時刻 t_0 までの符号化を終了した時点において決定されている。

【0129】そこで、システム符号量配分回路152は、映像符号量制御回路58、音声符号量制御回路111、データ符号量制御回路126を制御して、各圧縮回路27乃至29の時間 $t_1 - t_0$ における出力符号量の和を制限値 P 以内に抑制する。

【0130】いま、図10に示すように、映像ピークレート分析回路22、音声ピークレート分析回路23及びデータピークレート分析回路24の分析結果に基づく期間 $t_1 - t_0$ における各符号量の概算値 V_{est} 、 A_{est} 及び D_{est} の和 K が制限値 P よりも大きな値であるものとする。この場合には、映像符号量制御回路58、音声符号量制御回路111、データ符号量制御回路126は圧縮回路27乃至29の圧縮率を比較的高く設定して、図10に示すように、各データに対する実際の符号化出力の発生符号量 V 、 A 、 D の和 R が制限値 P 以下となるようにする。

【0131】図11は各記憶手段76、106、127の残容量及びその出力符号量 V' 、 A' 、 D' を適宜設定した場合を示しており、図11(b)乃至(d)は出力符号量を $V1'$ 、 $A1'$ 、 $D1'$ とした場合であり、図11(f)乃至(h)は出力符号量を $V2'$ 、 $A2'$ 、 $D2'$ とした場合である。

【0132】図11(a)は実際の符号化出力の発生符号量 V 、 A 、 D を示している。図11(a)においては、 t_0 から t_1 の間に発生符号量が $D+A+V$ となったことを示している。また、図11(a)の直線171、172、173の傾斜は、夫々映像データ、音声データ及びその他のデータの符号化出力の発生レートを示している。なお、図11(a)においては、映像データ、音声データ及びその他のデータの符号化出力の発生レートは一定である例を示したが、エンコーダバッファによってレート差を吸収すれば、各符号化出力の発生レートは変化しても良い。

【0133】図11(b)は、映像データのピークレート及び記憶手段76(映像バッファ)の状態を示している。図11(b)の直線171は映像ピークレートを示している。時刻 t_0 における記憶手段76の残容量は、図11(b)に示すように、 $BS1' - F1'(t_0)'$ である。直線171は初期値を占有量 $F1'(t_0)'$ として映像ピークレートに基づく傾きで傾斜した直線である。また、一点鎖線174は記憶手段76の出力を示しており、期

る。即ち、図10に示すように、総符号量の制限値 P は Speak とピークレート算出期間の開始タイミングにおける各エンコーダバッファの残容量との和によって与えられ、下記(1)式が成立する。

【0128】

間 $t_0 \sim t_1$ において符号量 $V1'$ を出力したことを示している。なお、一点鎖線174の傾斜は出力レートを示す。また、一点鎖線175は記憶手段76によって吸収可能な符号量を示しており、映像圧縮回路27の出力は一点鎖線175を越えない発生符号量に制限される。従って、時刻 t_1 におけるバッファ占有量は $F1'(t_1)' \leq BS1'$ となる。

【0134】図11(c)は、音声データのピークレート及び記憶手段106(音声バッファ)の状態を示している。図11(c)の直線176は音声ピークレートを示している。時刻 t_0 における記憶手段106の残容量は、図11(c)に示すように、 $BS2' - F2'(t_0)'$ である。直線176は初期値を占有量 $F2'(t_0)'$ として音声ピークレートに基づく傾きで傾斜した直線である。また、一点鎖線177は記憶手段106の出力を示しており、期間 $t_0 \sim t_1$ において符号量 $A1'$ を出力したことを示している。なお、一点鎖線177の傾斜は出力レートを示す。また、一点鎖線178は記憶手段106によって吸収可能な符号量を示しており、音声圧縮回路28の出力は一点鎖線178を越えない発生符号量に制限される。従って、時刻 t_1 におけるバッファ占有量は $F2'(t_1)' \leq BS2'$ となる。

【0135】図11(d)は、その他のデータのピークレート及び記憶手段127(データバッファ)の状態を示している。図11(d)の直線179はデータピークレートを示している。時刻 t_0 における記憶手段127の残容量は、図11(d)に示すように、 $BS3' - F3'(t_0)'$ である。直線179は初期値を占有量 $F3'(t_0)'$ としてデータピークレートに基づく傾きで傾斜した直線である。また、一点鎖線180は記憶手段127の出力を示しており、期間 $t_0 \sim t_1$ において符号量 $D1'$ を出力したことを示している。なお、一点鎖線180の傾斜は出力レートを示す。また、一点鎖線181は記憶手段127によって吸収可能な符号量を示しており、データ圧縮回路29の出力は一点鎖線181を越えない発生符号量に制限される。従って、時刻 t_1 におけるバッファ占有量は $F3'(t_1)' \leq BS3'$ となる。

【0136】図11(f)乃至(h)は夫々図11(b)乃至(d)に対応しており、バッファ占有量 $F1'(t_0)'$ 、 $F2'(t_0)'$ 、 $F3'(t_0)'$ と各記憶手段からの出力符号量 V' 、 A' 、 D' の配分を変えて $V2'$ 、 $A2'$ 、 $D2'$ とした例を示している。なお、出力符号量 $V1'$ 、 $A1'$ 、 $D1'$ の和は制限値 Spe

a k に設定している。

【0137】この例においても、各圧縮回路27乃至29における圧縮処理によって発生する符号化出力の符号量は図11(a)の場合と同様であり、これらの符号化出力のピークレートは夫々直線171, 176, 179によって表される。また、記憶手段76, 106, 127の出力は夫々直線174', 177', 180'で表され、各記憶手段76, 106, 127で吸収可能な符号量は夫々直線175', 178', 181'で表されている。また、この例では、時刻t1におけるバッファ占有量 $F1(t1)' = BS1'$, $F2(t1)' = BS2'$, $F3(t1)' = BS3'$ としている。

【0138】図11(b)乃至(d)の場合の記憶手段76, 106, 127の出力符号量の総和Oは $V1' + A1' + D1'$ であり、図11(f)乃至(h)の場合の記憶手段76, 106, 127の出力符号量の総和O'は $V2' + A2' + D2'$ である。図11(e)はこれらの出力符号量O, O'を示している。出力符号量OはSpeakと同一値であり、上限を示している。

【0139】記憶手段76, 106, 127の出力符号量 V' , A' , D' と時刻t1におけるバッファ占有量 $F1(t1)'$, $F2(t1)'$, $F3(t1)'$ の条件は下記に示すことができる。

【0140】(I) バッファ容量制限

$$F1(t1)' \leq BS1'$$

$$F2(t1)' \leq BS2'$$

$$F3(t1)' \leq BS3'$$

(II) エンコーダバッファ出力のピークレート制限
 $V' + A' + D' \leq \text{Speak}$

また、各エンコーダバッファの入力レートV, A, Dと、時刻t0におけるバッファ占有量 $F1(t0)'$, $F2(t0)'$, $F3(t0)'$ との関係は次の通りである。

【0141】(III) バッファ使用可能制限

$$V \leq V' + BS1' - F1(t0)'$$

$$A \leq A' + BS2' - F2(t0)'$$

$$D \leq D' + BS3' - F3(t0)'$$

これらの条件(II), (III)から、エンコーダバッファ入力前のレート制限の条件として、

$$V + A + D \leq \text{Speak} + (BS1' - F1(t0)') + (BS2' - F2(t0)') + (BS3' - F3(t0)')$$

が導かれる。この式は上記(1)式に一致する。

【0142】図12は本発明の他の実施例に係る可変レート圧縮装置に採用されるシステム符号量配分回路及び映像符号量制御回路を示すブロック図である。他の構成は図1乃至図7の実施例と同様であり、また、音声符号量制御回路及びデータ符号量制御回路の構成は映像符号量制御回路の構成と同様であるので、図示及び説明を省略する。また、図13は平均レートと実発生累積符号量

とに基づく量子化レベルの制御を説明するためのグラフである。

【0143】図1の実施例においては、第1ステップではピークレート制御のみを行い、総符号量の制御は第2ステップにおいて行っていた。本実施例は第1ステップにおいても総符号量の制御を行うものである。

【0144】上述したように、ディスク媒体の記録容量及び記録データ量に基づいて平均レートが決定される。本実施例においては、所定のタイミング、例えば、シーン毎に累積符号量を検出し、平均レートに基づく符号量との差が所定値以内になるように、符号化出力の発生レートを制御するようになっている。

【0145】システム符号量配分回路191は、映像平均レート決定回路192と図示しない音声平均レート決定回路及びデータ平均レート決定回路とを有しており、また、映像ピークレート値決定回路193と図示しない音声ピークレート値決定回路及びデータピークレート値決定回路とを有している。更に、システム符号量配分回路191は、映像レート差分値算出回路198と図示しない音声レート差分値算出回路及びデータレート差分値算出回路とを有している。

【0146】映像平均レート決定回路192は端子194, 195を介してディスク容量の情報と映像、音声及びその他のデータに対する符号量配分情報とが与えられる。映像平均レート決定回路192は入力された情報に基づいて映像データの符号化に割当てられる平均レートを決定して映像平均レート差分値算出回路198に出力する。映像平均レート差分値算出回路198は、実発生累積符号量算出回路154(図7参照)から端子197を介して実発生累積符号量の情報が与えられて、所定時間tにおける実際の映像符号化出力のレートと決定された映像平均レートとの差、即ち、(所定時間t当たりの実発生累積符号量 - 平均レート × t)に基づくレートを求める。映像平均レート差分値算出回路198の出力は映像符号量制御回路201の量子化レベル増減値決定回路202に供給される。

【0147】映像ピークレート値決定回路193は端子196を介してディスクピークレートが与えられ、映像データの符号化に許容される映像ピークレートを決定して映像符号量制御回路201の比較回路203に出力するようになっている。映像ピークレート値決定回路193は、例えば、各符号化出力の平均レートの比率に応じて各ピークレートを指定してもよい。例えば、映像平均レート4Mbps(ビット/秒)、音声平均レート2Mbps、データ平均レート2Mbpsであって、ディスクピークレートが16Mbpsである場合には、映像ピークレートを8Mbps、音声ピークレートを4Mbps、データピークレートを4Mbpsに設定する。

【0148】映像符号量制御回路201の映像ピークレート概算回路204には端子205乃至207を夫々介してアクティビティ、シーンチェンジフラグ及び動きベクトルが

与えらるると共に、後述する標準量子化レベル決定回路212から標準量子化レベルも与えられる。映像ピークレート概算回路204は、アクティビティ、シーンチェンジフラグ及び動きベクトルに基づいて映像データを標準量子化レベルを用いて符号化した場合の符号量 V_{est} を概算して比較回路203及び補正映像ピークレート算出回路208に出力する。補正映像ピークレート算出回路208には端子209を介して1タイミング前の実発生符号量が与えられるようになっている。補正映像ピークレート算出回路208は、実発生符号量を用いて映像ピークレートの概算値を補正して比較回路210に出力する。

【0149】比較回路203は、端子215を介して記憶手段76(映像バッファ)の占有量($F1(t0)'$)が与えられており、概算した映像符号化出力の符号量 V_{est} が、決定された映像ピークレート及び記憶手段76の残容量($BS1' - F1(t0)'$)の和よりも大きいかな否かを判別する。また、同様に、比較回路210は、補正した符号量の概算値が決定された映像ピークレート及び記憶手段76の残容量の和よりも大きいかな否かを判別する。比較回路203、210の比較結果は映像量子化レベル決定回路211に供給される。映像量子化レベル決定回路211のピークレート制限映像量子化レベル決定回路213は、比較回路203の比較結果によって、概算した V_{est} の方が小さいことが示された場合には、現在の量子化レベル(標準量子化レベル)と同一の量子化レベルを設定するための信号を端子214を介して出力する。逆に、比較回路203の比較結果によって概算した V_{est} の方が大きいことが示された場合には、ピークレート制御映像量子化レベル決定回路213は、現在の量子化レベルを粗くするための信号を端子214を介して出力するようになっている。これにより、図8に示す量子化レベルの制御を行うことができる。更に、ピークレート制限映像量子化レベル決定回路213は、比較回路210の出力も用いて量子化レベルを設定することにより、一層正確なピークレート制御を可能にする。

【0150】一方、第1ステップにおいても総符号量を制御するために、映像平均レート差分値算出回路198の出力を用いる。上述したように、平均レートは、ディスク総容量を最大記録時間で割った値である。従って、各データに対する符号化出力の出力レートを平均的に平均レートに一致させることにより、総発生符号量をディスク容量に対応させることができる。そこで、映像、音声及びデータ符号量制御回路は、平均レートに基づく累積符号量と実発生累積符号量との差が所定値以上大きくならないように制御するようになっている。

【0151】即ち、映像平均レート差分値算出回路198の出力は、累積差分値として映像符号量制御回路201の量子化レベル増減値決定回路202に供給される。量子化レベル増減値決定回路202は、例えばROMによって構成されており、端子216を介してシーンチェンジフラグ

も与えられて、シーン毎に累積差分値に対応した量子化レベル増減値を出力する。即ち、量子化レベル増減値決定回路202は、正の累積差分値に応じて量子化レベルを粗くするための量子化レベル増減値を出力し、負の累積差分値に応じて量子化レベルを細くするための量子化レベル増減値を出力する。量子化レベル増減値決定回路202の出力は映像量子化レベル決定回路211の標準量子化レベル決定回路212に与えられる。

【0152】標準量子化レベル決定回路212は、量子化レベル増減値に基づいて、所定時刻の量子化レベルを増減させて標準量子化レベルとしてピークレート制限映像量子化レベル決定回路213に出力する。ピークレート制限映像量子化レベル決定回路213は、入力された標準量子化レベルに基づく量子化レベルを設定するための信号を端子214を介して出力する。

【0153】こうして、図13に示す量子化レベルの制御が行われる。図13では実発生累積符号量が大きくなるほど量子化レベルが粗くなっている。これにより、実発生累積符号量を平均レートに基づく累積符号量に近づけて、記録データの総符号量をディスク容量に対応させるようになっている。

【0154】次に、このように構成された実施例の動作について図14を参照して説明する。図14は横軸にシーン単位の時間を取り縦軸に平均レートに基づく累積符号量及び実発生累積符号量をとって、総符号量制御を説明するためのグラフである。

【0155】図14の実直線Aは平均レートに基づく累積符号量を示している。本実施例においても第1ステップ符号化処理と第2ステップの再符号化処理との2回の符号化を行う。図1の実施例と同様に、映像データ、音声データ及びその他のデータに対する符号化処理は同様であるので、映像データについての符号化処理のみを説明する。

【0156】映像エンコーダ50(図1参照)に入力された映像データは映像ピークレート分析回路22において1GOP期間のアクティビティ及びシーンチェンジが検出されて図12のシステム符号量配分回路191及び映像符号量制御回路201に与えられる。一方、システム符号量配分回路191の映像平均レート決定回路192には、ディスク容量の情報等が入力されており、映像平均レート決定回路192は、入力された情報に基づいて映像データの符号化に割当てられる平均レートを決定する。また、映像ピークレート値決定回路193によって、映像データの符号化に許容される映像ピークレートを決定する。

【0157】映像符号量制御回路201の映像ピークレート概算回路204には動きベクトルも与えられており、映像データを標準量子化レベルを用いて符号化した場合の発生符号量 V_{est} を概算する。この概算値は比較回路203に与えられ、比較回路203は、概算値が決定された映像ピークレートに基づく符号量と映像バッファの残容

量との和よりも小さいか否かを判断する。比較回路203の出力はピークレート制限映像量子化レベル決定回路211に供給され、図8に基づいて量子化レベルが制限される。これにより、ディスクピークレートの制限を満足する映像ピークレートが映像データに割当てられる。

【0158】映像ピークレート分析回路22からの映像データは映像圧縮回路27において、図8に基づく量子化レベルが用いられ符号化される。符号化出力は記憶手段76（映像バッファ）を介して出力されると共に、所定時間実発生符号量及び所定時間記憶手段占有度算出回路153（図7参照）に供給され、更に、実発生累積符号量算出回路154に供給される。こうして、実際の映像データの実発生符号量及び実発生累積符号量が得られる。

【0159】図14の曲線Bは実発生累積符号量を示している。いま、図14のシーン1に示すように、実発生累積符号量が平均レートに基づく累積符号量よりも大きくなるものとする。映像平均レート差分値算出回路198は、実発生累積符号量と平均レート決定回路192からの平均レートとの累積差分を求めて、映像符号量制御回路201の量子化レベル増減値決定回路202に出力する。量子化レベル増減値決定回路202は累積差分値に基づいて量子化レベル増減値を決定する。図4の破線は累積差分値と量子化レベル増減値との対応を示しており、例えば、タイミングt1においては累積差分値が量子化レベル増減値1に対応する値になったことを示している。

【0160】タイミングt1以降の一点鎖線は、ピークレート制御を行わない場合の符号量の変化を示しており、実際には、比較回路203、210の出力に基づいて図8に示す量子化レベルの制御を行ったことにより、累積符号量は実線Bに示すものとなっている。

【0161】量子化レベル増減値決定回路202は端子216を介して入力されるシーンチェンジフラグによって、シーンの切り換えタイミングt2において量子化レベル増減値“2”を出力する。これにより、標準量子化レベル決定回路212は量子化レベルを粗くするように制御し、ピークレート制限映像量子化レベル決定回路213から標準量子化レベルよりも粗い量子化レベルが設定される。こうして、シーン2の累積符号量の増加量は平均レートに基づく累積符号量の増加量よりも小さくなって、実発生累積符号量が平均レートに基づく累積符号量よりも著しく大きくなることを防止される。

【0162】以後、同様の動作が繰返されて、実発生累積符号量と平均レートに基づく累積符号量との差が比較的小さな値に維持される。

【0163】次の第2ステップにおいても第1ステップと同様の処理が行われる。いま、シーン4を再符号化するものとする。図14の直線Eはシーン4についての平均レートに基づく累積符号量を示し、一点鎖線Cは第1ステップにおけるシーン4の累積符号量を示し、実曲線Dは再符号化による累積符号量を示している。

【0164】第1ステップのシーン4の符号化では、比較的大きな発生符号量が発生している。そこで、この符号量を低下させるために、比較的粗い量子化レベルを設定してシーン4を再符号化する。こうして、記録データの全符号量をディスク容量に対応させることができる。

【0165】このように、本実施例においては、第1ステップにおいてピークレート制御を行うだけでなく、平均レートに基づく総符号量制御も行っている。このため、第1ステップだけでも記憶データの全符号量を略々ディスク容量に対応させることができるので、ディスクの制作に要する時間を一層短縮することができる。

【0166】なお、本実施例においてはシーンチェンジ毎に累積差分値に応じて量子化レベルを変更しているが、例えばGOP毎に量子化レベルを変更するようにしてもよい。また、累積差分値が所定の閾値（例えば、図14の量子化レベル増減値の4）を越えた場合に量子化レベルを変更するようにしても良い。更に、符号化前においてシーン毎に優先順位を付し、高い優先順位のシーンについてはシーン毎に量子化レベルを変更し、低い優先順位のシーンについてはGOP毎に量子化レベルを変更するようにしても良い。

【0167】また、本実施例においては、一定の平均レートをを用いて発生符号量を制御したが、例えば、優先順位に応じてシーン毎に平均レートを修正し、修正した平均レートをを用いて発生符号量を制御してもよい。この場合には、図14の直線Aはシーン毎に傾斜が変化する折れ線となる。また、破線で示した量子化レベル増減値もこの折れ線と平行な折れ線となる。なお、この場合にはシーンの位置はタイムコードを用いて指定する。

【0168】上記各実施例においては、ピークレートの分析期間として1GOP期間を用いたが、 $n \times i$ フレーム期間（ n は1GOPのフレーム数）に拡大してもよい。図15は i を3にした場合における出力レートとバッファ容量との関係を示す説明図である。なお、図15では1GOP期間を T_0 としている。

【0169】この場合には、フレームメモリ51、54（図3参照）、音声遅延メモリ92（図4参照）及びデータ遅延メモリ122（図5参照）を夫々 $n \times i$ フレーム期間分のデータを記憶可能な容量に設定する。また、記憶手段76（図3）の容量は、図15に示すように、マルチプレクサ73の出力の瞬時最大レート r_{s1} と $n \times i$ フレーム時間（ $i T_0$ ）とを掛け合わせた量にする。同様に、音声エンコーダバッファである記憶手段106（図4参照）は、音声最大レートと時間 $i T_0$ とを掛け合わせた容量に設定し、データエンコーダバッファである記憶手段127（図5参照）は、データ最大レートと時間 $i T_0$ とを掛け合わせた容量に設定する。

【0170】この場合には、各記憶手段76、106、127においてオーバフロー又はアンダフローが発生しないように制御すればよく、1GOP期間当たりの瞬時最大レ

ートである短期間伝送レート r_{s0} は、図15 (b) 乃至 (d) に示すように、最大伝送レート r_{s1} の i ($=3$) 倍となる。

【0171】このように、この場合には、 $n \times i$ フレーム分で最大レートを越えないようにピークレート制御を行えばよい。この制御は、図12と同様の回路で構成することができることは明らかである。

【0172】ところで、上記各実施例においては、予め、映像データ、音声データ及びその他のデータに割当てるデータレートは算出されているものとして説明した。データレートを割り当てる方法としては、ピークレート分析回路22乃至24が求めた符号量の概算値 V_{est} 、 A_{est} 、 D_{est} を用い、これらの概算値に映像、音声及びその他のデータ毎の重み付けを付すことによって得る方法がある。ピークレート分析回路22乃至24は入力されたデータを所定期間遅延させて圧縮回路27乃至29に与えており、圧縮回路27乃至29の圧縮処理前に、符号量の概算値 V_{est} 、 A_{est} 、 D_{est} の加算結果がマルチプレクサ30に許容された最大レートに基づく符号量 S_{peak} を越えるか否かを判断することができる。

【0173】もし、概算値の和 $V_{est} + A_{est} + D_{est}$ が符号量 S_{peak} よりも大きい場合には、実際の符号化によるエンコーダバッファの入力符号量 V 、 A 、 D の和を符号量 S_{peak} 以下となるように制御する。この場合において、上述したように、各データ毎の重み付けを付すのである。

【0174】いま、 $V + A + D \leq S_{peak}$ となるようにレート制御する場合において、映像データに対する重み付けを WV とし、音声データに対する重み付けを WA とし、その他のデータに対する重み付けを WD とするものとする。そうすると、エンコーダバッファの入力符号量 V 、 A 、 D は夫々下記式 (2) 乃至 (4) によって与えられる。

【0175】

$$V = WV \times V_{est} \quad \dots (2)$$

$$A = WA \times A_{est} \quad \dots (3)$$

$$D = WD \times D_{est} \quad \dots (4)$$

また、重み付けの値は時間 (t) によって異なる場合があるので、映像データに対する重み付けを $WV(t)$ とし、音声データに対する重み付けを $WA(t)$ とし、その他のデータに対する重み付けを $WD(t)$ として、各時間毎に重み付けを設定する。なお、時間の指定はタイムコードを用いて行う。

【0176】重み付けを用いたレート制御を行うことにより、有効な情報の伝送量を多くすることができる。例えば、コンサート番組を記録する場合において、音楽が鳴る部分では音声データに対する重み付け $WA(t)$ を大きくすると共に、映像の重み付け $WV(t)$ を小さくする。これにより、音質を向上させることができる。ま

た、コンサートの解説等においてパネルを用いた説明部分は、映像データに対する重み付け $WA(t)$ を大きくし、音声データに対する重み付け $WA(t)$ を小さくして、画質を向上させる。

【0177】上述したように、重み付け処理はピークレート分析回路22乃至24の分析結果に基づいて行う。この重み付け処理によって各データに対するレートの割当てを決定し、割当てられたレートに基づいた量子化レベルを設定して、各データの符号化を行う。各データの符号化出力はエンコーダバッファを介してマルチプレクサ30に供給する。この場合には、各エンコーダバッファの占有量を検出して、使用率が高いバッファに記憶されているデータを優先的にマルチプレクサ30に供給する。こうして、マルチプレクサ30から各符号化データが多重されて出力される。

【0178】図16は本発明の一実施例に係る可変レート伸長装置を示すブロック図である。本実施例は上記各実施例の記録ディスク制作システムにおいて可変レートで記録されたディスクを再生するものである。

【0179】可変レート伸長装置221はプレーヤ前処理部222、デマルチプレクサ163、映像バッファ167、音声バッファ168、データバッファ169、映像デコーダ227、音声デコーダ228及びデータデコーダ229によって構成されている。映像バッファ167、音声バッファ168及びデータバッファ169（以下、デコーダバッファともいう）は、可変レートで再生されるデータを平滑化するために設けられる。同様の理由から、プレーヤ前処理部222にもデコーダシステムバッファ162が設けられている。

【0180】プレーヤ前処理部222はディスク230を回転させるためのスピンドルモータ231を有している。ディスク230は例えば図1の実施例のディスク制作システムによって記録が行われたものである。スピンドルモータ231はディスク230を所定の回転速度で回転させる。ピックアップ161はディスク230に書込まれたデータを再生してアンプ233に出力する。ピックアップ制御回路234は、後述するキックトラック数決定回路237に制御されて、ピックアップ161のディスク230の径方向の移動を制御するようになっている。

【0181】アンプ233はピックアップ161からの微弱な再生信号を増幅してイコライザ235に供給する。イコライザ235は波形等化を行って再生信号の周波数特性を変化させる。データスライサ236はイコライザ235の出力を所定レベルでスライスすることにより波形整形を行って再生データを復調回路238及びPLL（位相同期ループ回路）239に出力する。PLL239は波形整形された再生信号からクロックを再生して復調回路238に出力する。復調回路238は再生されたクロックを用いて再生信号を復調する。これにより、例えば、図6の変調回路136の変調処理前のデータを復元するようになってい

る。

【0182】復調回路238からの復調データはセクタ検出回路240の同期検出回路241及び誤り訂正回路(以下、ECCという)242に供給される。ECC242は、復調データをエラー訂正して出力する。ECC242のエラー訂正の結果はエラーフラグとして出力端子244から出力されるようになっている。同期検出回路241は復調データに含まれる同期信号を抽出する。また、セクタ番号検出回路243は復調データに含まれるセクタ番号を検出する。

【0183】ECC242でエラー訂正された復調データは、デコーダシステムバッファ162及びシステムバッファコントローラ248供給される。システムバッファコントローラ248は、復調データからバッファの制御情報を抽出して、デコーダシステムバッファ162を制御する。なお、バッファの制御情報としては、例えば、MPEG2規格では、SCR(System Clock Reference)、Mux Rate(Multiplexer Rate)、DTS(Decoding Time Stamp)、PTS(presentation Time Stamp)等がある。デコーダシステムバッファ162はシステムバッファコントローラ248に制御されて、ECC242の出力をバッファリングしてデマルチプレクサ163に出力する。オーバフロー検出回路247は、システムバッファコントローラ248の出力に基づいてデコーダシステムバッファ162のオーバフローを検出して検出信号をキックトラック数決定回路237に出力するようになっている。

【0184】本実施例においては、セクタ検出回路240のECC242の出力はポインタ検出(ユニット長検出)回路245にも供給されるようになっている。ポインタ検出回路245は、記録時に所定発生符号量毎に付加した発生符号量ポインタを検出してキックトラック数決定回路237に出力するようになっている。なお、記録時にキック情報を記録した場合には、キック情報再生回路246は記録されているキック情報を再生してキックトラック数決定回路237に出力するようになっている。

【0185】キックトラック数決定回路237は、端子249を介してエラーフラグが入力されると共に、ディスク230の回転速度情報も入力される。キックトラック数決定回路237は、入力された情報に基づいて、バッファ占有度値の算出、ピックアップキックタイミングの算出及びキックトラック数の決定を行って、ピックアップ制御回路234を制御するようになっている。即ち、ディスク230の線速度は一定であるので、可変レートの記録データを正常に再生するために、ピックアップ161をキックさせる必要がある。キックトラック数決定回路237はこのキックタイミング及びキックトラック数の情報をピックアップ制御回路234に出力することにより、可変レートの記録データを正常に再生させるようになっている。

【0186】プレーヤ前処理部222のデコーダシステムバッファ162の出力はデマルチプレクサ163に供給され

る。デマルチプレクサ163は入力された復調データを映像データ、音声データ又はその他のデータの符号化ビットストリームに分離して、夫々映像バッファ167、音声バッファ168又はデータバッファ169に出力する。映像バッファ167、音声バッファ168又はデータバッファ169は夫々入力されたデータを保持して符号化レートで映像デコーダ227、音声デコーダ228又はデータデコーダ229に出力するようになっている。

【0187】図17は図16中の映像デコーダの具体的な構成を示すブロック図である。

【0188】デマルチプレクサ163からの映像ビットストリームは入力端子251を介してレートバッファ252及びオーバヘッドデータ検出回路253に供給される。オーバヘッドデータ検出回路253は記録時において挿入されたオーバヘッドデータを検出して、端子254を介してレートバッファ252、可変長復号化回路256、逆量子化回路258、フレーム内/間切換回路270、動き補償回路267及びフレーム遅延回路266に出力する。レートバッファ252はFIFOによって構成されており、オーバヘッドデータに基づいて復号化レートで復調データを端子255から可変長復号化回路256に出力する。なお、レートバッファ252は映像バッファ167(図16参照)と兼用することができる。

【0189】可変長復号化回路256は可変長復号化処理を行って記録側の可変長符号化処理前のデータに戻す。可変長復号化出力は端子257を介して逆量子化回路258に供給される。逆量子化回路258は量子化レベルが与えられて、入力されたデータを逆量子化処理して量子化前のデータに戻して逆DCT回路259に出力する。逆DCT回路259は逆DCT処理によって逆量子化出力をDCT処理前のデータに戻して加算器260に出力する。

【0190】フレーム内/間切換回路270には端子271を介してフレーム内圧縮フレームのデータであるかフレーム間圧縮フレームのデータであるかを示すオーバヘッドデータが入力される。フレーム内/間切換回路270は、フレーム内圧縮フレームのデータであることが示された場合には、スイッチ269をオフにするための制御信号を出力し、フレーム間圧縮フレームのデータであることが示された場合には、スイッチ269をオンにするための制御信号を出力する。加算器260は、フレーム間圧縮フレームのデータが入力された場合には、スイッチ269を介して動き補償回路267の出力が供給されて、フレーム間圧縮フレームの逆DCT出力と動き補償回路267の出力とを加算しスイッチ261を介して非ブロック化回路264に出力するようになっている。また、加算器260は、フレーム内圧縮フレームの逆DCT出力については、そのままスイッチ261を介して非ブロック化回路264に出力するようになっている。

【0191】加算器260の出力はスイッチ261及び端子265を介してフレーム遅延回路266にも供給される。フ

フレーム遅延回路266はフレーム間圧縮フレームの参照画像を保持するメモリであり、参照画像として用いる前フレームまでの復元画像データを保持して動き補償回路267に出力する。動き補償回路267は動きベクトルを示すオーバーヘッドデータが端子268を介して入力されて、フレーム遅延回路266の参照画像のブロック化位置を動きベクトルに基づいて補正して、動き補償した参照画像のブロックデータをスイッチ269を介して加算器260に出力するようになっている。

【0192】ところで、MPEG2規格においては、静止画に対するフレーム間圧縮フレームのように、伝送する必要がないマクロブロックのデータについてはスキップさせてスキップ数のデータのみを伝送するようになっている。スキップ制御回路262は端子263を介してスキップ数を示すオーバーヘッドデータが与えられて、スキップ時にはスイッチ261をオフにさせるようになっている。

【0193】非ブロック化回路264は端子274を介して入力されるオーバーヘッドデータに基づいて、 $m \times n$ 画素ブロック単位のデータを走査順のデータに戻して、輝度信号Yを端子275から出力し、色差信号U、Vを夫々端子276、277から出力するようになっている。なお、データを走査順に並び換えるためにはメモリが必要であり、非ブロック化回路264はフレーム遅延回路266のメモリを用いて非ブロック化を行う。このため、フレーム遅延回路266に格納されたデータは端子273からのオーバーヘッドデータによって制御されるスイッチ272を介して非ブロック化回路264にも供給されるようになっている。

【0194】このように構成された映像デコーダにおいては、端子251を介して入力された映像ビットストリームはレートバッファ252を介して可変長復号化回路256に供給される。映像ビットストリームは可変長復号化回路256において可変長復号化され、逆量子化回路258において逆量子化される。更に、逆DCT回路259は逆量子化出力を逆DCT処理してDCT処理前のデータに戻す。

【0195】入力されたビットストリームがフレーム間圧縮フレームのデータである場合には、スイッチ269はオフであり、加算器260は逆DCT回路259の出力をそのままスイッチ261を介して非ブロック化回路264に出力する。非ブロック化回路264は入力されたデータをラスタ順に並び換えて、輝度信号Y及び色差信号U、Vを夫々端子275乃至277から出力する。

【0196】一方、入力されたビットストリームがフレーム間圧縮フレームのデータである場合には、逆DCT回路259の出力は予測誤差であるので、前フレームまでの復元画像データを用いて再生する。フレーム遅延回路266は端子265を介して前フレームまでの復元画像データが与えられて参照画像データを記憶する。動き補償回

路267は動きベクトルに基づいて参照画像データのブロック化位置を補正し、動き補償した参照画像ブロックデータを出力する。加算器260はスイッチ269からの参照画像ブロックデータを逆DCT回路259の出力と加算することにより、画像を復元して非ブロック化回路264に出力する。非ブロック化回路264は入力されたデータをラスタ順に並び換えて、輝度信号Y及び色差信号U、Vを夫々端子275乃至277から出力する。

【0197】図18は図16中の音声デコーダ228の具体的な構成を示すブロック図である。

【0198】音声バッファからの音声ビットストリームはビットストリーム分解及び誤り検出回路281に供給される。ビットストリーム分解及び誤り検出回路281は、入力されたビットストリームを分解して音声圧縮データとサイド情報の符号化データとを夫々逆量子化回路283及びサイド情報復号化回路282に出力する。サイド情報復号化回路282は復号化処理によってサイド情報を復元して、ビット割当て情報及びスケールファクタを逆量子化回路283に出力する。

【0199】逆量子化回路283は、ビット割当て情報及びスケールファクタを用いて、音声圧縮データを逆量子化して量子化処理前のデータに戻してサブバンド合成フィルタバンク284に出力する。サブバンド合成フィルタバンク284は、逆量子化回路283からの分割されている各サブバンド信号を合成して音声データを復元して出力するようになっている。

【0200】このように、音声デコーダ228によって音声ビットストリームから音声データが復元される。

【0201】図16において、データデコーダ229はデータバッファ169を介して入力されたデータをデコードして元のデータを復元して出力する。

【0202】次に、このように構成された実施例の動作について図19乃至図21を参照して説明する。

【0203】スピンドルモータ231を用いてディスク230を回転させ、ピックアップ161を用いてディスク230上のトラックに記録されたデータを読み出す。ピックアップ161からの再生信号はアンプ233によって増幅され、イコライザ235によって波形等化されて、データスライサ236から再生データとして出力される。PLL239は再生データからクロックを再生して復調回路238に与え、復調回路238は再生クロックを用いて再生データを復調する。これにより、記録時の変調処理前のデータが復元される。

【0204】復調データは、セクタ検出回路240によって同期信号及びセクタ番号が検出され、誤り訂正されて出力される。セクタ検出回路240のECC242からの復調データはデコーダシステムバッファ162に供給され、システムバッファコントローラ248に制御されて、デマルチプレクサ163に出力される。

【0205】本実施例においては、ECC252の出力は

ポインタ検出回路245にも供給される。ポインタ検出回路245によって復調データから符号量ポインタが検出されてキックトラック数決定回路237に供給される。また、キックトラック数決定回路237にはオーバーフロー検出回路247からデコーダシステムバッファ162のオーバーフローを示す検出信号も入力される。

【0206】図19は横軸に時間を取り縦軸に累積符号量をとってキック制御を説明するためのグラフである。

【0207】記録時においては、全記録データがディスク230の容量一杯に記録されているものとする。記録データは可変レートで記録されていることから、所定の設定時間毎の記録容量は異なる。図19は所定の設定時間Tにおける累積符号量の変化を示しており、所定の設定時間Tの総記録容量がMであることが示されている。折れ線Aは設定時間Tの記録データの累積符号量を示しており、記録側のマルチプレクサ30(図1参照)の出力累積符号量及び再生側のデマルチプレクサ163の入力累積符号量と一致している。また、折れ線Bは折れ線Aと平行な線であり、デコーダシステムバッファ162の容量分だけシフトしたものである。即ち、デコーダシステムバッファ162によって吸収可能な累積符号量を示している。

【0208】図19中の斜めの破線Cは傾斜がディスクピークレートを示し、時間軸方向の間隔はディスク230の1回転に要する時間 μ を示しており、破線Cのタイミングはピックアップ161がオントラックするタイミングである。また、各破線Cの縦軸方向の位置はピックアップ161のディスク230径方向の位置に対応している。再生途中でピックアップ161をキックさせても、時間 μ の整数倍の時間(回転待ち時間)後に元の位置にピックアップ161を戻すことにより、一連のデータを連続的に出力することができる。

【0209】ディスク230の回転数は、線速度一定となるように設定されており、ピックアップ161は常に一定のピークレートでデータを再生する。従って、再生データを保持するバッファがフル状態になることを検出して読み込みを停止させて、バースト的に信号を読取ることにより可変レートで記録されたデータを再生することができる。この読み込み停止時にはピックアップ161をキックさせておく。

【0210】いま、図19の時間 t_1 においてピックアップ161が再生を開始するものとする。ピックアップ161はピークレートでデータを再生するので、図19の太線Dに示すように、再生された累積符号量は、破線Cと同一の傾斜で増加する。一方、再生信号に基づく復調データは、図19の時間 t_2 になると、デコーダシステムバッファ162から順次出力される。図19に示すように、記録データのレートがピークレートよりも低いので、ピックアップ161が連続的に再生を行うと、図19の時間 t_3 においてデコーダシステムバッファ162はオ

ーバフローしてしまう。そこで、時間 t_3 の前の時間から所定の回転待ち時間(図19では 2μ)だけピックアップ161をキックさせる。

【0211】本実施例においては、このピックアップ161のキックを符号量ポインタに基づいて制御することにより、安定したキックを可能にしている。例えば、映像データ、音声データ及びその他のデータが全て可変レートで記録されている場合には、映像データ、音声データ及びその他のデータの記録レートがいずれもピークレートとなる可能性があり、極めて高いピークレートは設定する必要がある。即ち、ピークレートを高くするために、ピックアップ161とディスク230上のトラックとの相対速度を高くする必要がある。つまり、ディスク軸の回転数を高くすることになり、回転待ち時間 μ が極めて短くなってしまふ。そうする、キックを行った後にオントラックさせるまでの時間も短縮しなければならず、機構上の制限も大きくなってしまふ。

【0212】キックにおいては、一定速度でディスク230の径方向に移動しているピックアップ161を一旦止めて戻し、次にオントラックさせるために、ピックアップ161を径方向に数回揺動させる。従って、キックは所定の動作時間を要する。しかし、上述したように、ディスクの回転数を比較的高く設定する必要があることから、回転待ち時間が短くなってキックが困難になるという問題がある。

【0213】そこで、本実施例においては、符号量ポインタを用いてデコーダシステムバッファ162の占有度を算出することにより、キックの余裕度を求めて、安定したキックを可能にしている。図20はこのようなディスクピックアップ動作を説明するためのフローチャートである。

【0214】即ち、再生処理が開始されると、図20のステップS1において、ピックアップ161の移動を行う。ピックアップ制御回路234はピックアップ161をディスク230のスタート位置までピックアップを移動させる。次のステップS2においてピックアップ制御回路234は、ピックアップ161をディスク径方向に数回揺動させてトラッキングを達成する。オントラック処理が終了すると、次のステップS3において再生を開始して、復調データをデコーダシステムバッファ162に書込む(ステップS4)。

【0215】一方、ポインタ検出回路245は、ステップS5において符号量ポインタを検出する。図19では折れ線A及び太線D上の黒丸によって符号量ポインタを示している。なお、図6に示す記録処理回路31においては、符号量ポインタとして所定時間当たりの発生符号量を示すポインタを記録したが、マルチプレクサ132への入力タイミングを示す時間情報をポインタとして記録してもよい。

【0216】符号量ポインタはデコーダシステムバッ

ア162にも書込まれる。システムバッファコントローラ248は、ステップS6においてデコーダシステムバッファ162の初期値を確認し、ポインタで示された符号量だけ累積されたデータを読み出す(ステップS7)。図19はP1, P2, …によってポインタ検出タイミングを示し、デコーダシステムバッファ162の出力タイミングは、D1, D2, …によって示している。次のステップS8においてはデコーダシステムバッファ162のデータ蓄積量を検出し、ステップS9においてデコーダシステムバッファ162がオーバフローするか否かを検出する。上述したように、時間t3のタイミングでデコーダシステムバッファ162はオーバフローするので、この時間t3より前に再生を停止させて、デコーダシステムバッファ162への書き込みを停止させる(ステップS10)。

【0217】一方、ポインタ検出回路245は、キック処理のために、検出した符号量ポインタをキックトラック数決定回路237に出力する。キックトラック数決定回路237は、ステップS11において、検出された符号量ポインタから次にキックする場合のキックタイミング余裕を算出する。ピックアップ161をキックさせて次に再生状態とする場合には、デコーダシステムバッファ162がオーバフロー又はアンダフローしないようにする必要があり、ピックアップ161を、図19に示すように、破線C1, C2, C3のいずれかにオントラックさせるようにすればよい。従って、この場合には、最大で約3μのキックタイミング余裕がある。

【0218】このように、この場合には、キック後にオントラック可能なタイミングが3点ある。キックトラック数決定回路237は、ステップS12において、キック位置(キックトラック数)を決定する。図21はキック余裕とトラッキング安定度との関係を示す説明図である。

【0219】例えば、図19の時間t4のタイミングでキックさせた場合には、破線C4, C5, C6のタイミングでオントラックさせればよい。即ち、この場合には、キックに使用可能な時間は約1μ, 2μ, 3μである。図21はこれらの場合におけるトラッキング安定度を示している。キックに使用可能な時間が短い破線C4のタイミングでオントラックさせた場合には、キックが不安定となって、良好にトラッキングが行われるとは限らない。逆に、キックに使用可能な時間が長い破線C6のタイミングでオントラックさせる場合には、安定したトラッキングが可能である。

【0220】キックトラック数決定回路237は、トラッキング安定度も考慮してキックトラック数を決定する。図19の場合には、キックトラック数決定回路237は破線C2のタイミングでオントラックさせるための信号を出力する。次のステップS13においては、ピックアップ制御回路234はピックアップ161を移動させて、キック処理を行う。キックが終了すると、ピックアップ制御回路234は、ステップS2に処理を戻して破線C2のタイ

ミングでピックアップ161をオントラックさせる。

【0221】以後同様の動作を繰返して、検出したポインタに基づいてピックアップ161をキックさせることにより、再生データの符号量をデコーダシステムバッファ162に吸収可能な符号量に抑制しながら再生を行う。デコーダシステムバッファ162の出力はデマルチプレクサ163に供給される。

【0222】デマルチプレクサ163はデコーダシステムバッファ162の出力を映像符号化出力、音声符号化出力及びデータ符号化出力に分離して、夫々映像バッファ167、音声バッファ168及びデータバッファ169を介して映像デコーダ227、音声デコーダ228及びデータデコーダ229に供給する。映像符号化出力、音声符号化出力及びデータ符号化出力は夫々映像デコーダ227、音声デコーダ228及びデータデコーダ229によってデコードされて映像データ、音声データ及びその他のデータが復元される。

【0223】このように、本実施例においては、ディスクの回転数を高く設定した場合でも、ピックアップのキックを安定にすることができるという利点がある。

【0224】次に、記録ディスク制作システム及び可変レート伸長装置を示した図9並びに図22及び図23のグラフを参照してレート制御について説明する。図22及び図23は横軸に時間をとり縦軸に累積発生符号量をとったものであり、図22は記録側の記憶手段76, 106, 127とマルチプレクサ30の入出力を示し、図23はエンコーダシステムバッファ162とデマルチプレクサ163の入出力を示している。

【0225】図22(a)乃至(c)は夫々図9の記憶手段127, 106, 76に入力されるデータ符号化出力、音声符号化出力及び映像符号化出力の累積発生符号量を示しており、図22(d)は図9のマルチプレクサ30の出力累積発生符号量を示している。

【0226】図22(a)は折れ線301によってデータ符号化出力の累積発生符号量、即ち、記憶手段127(データエンコーダバッファ)の入力の累積発生符号量を示している。折れ線301に平行な一点鎖線302は、記憶手段127に蓄積可能な符号量を示している。なお、記憶手段127の容量はBS3'である。折れ線303は記憶手段127からの出力の累積発生符号量を示している。折れ線303の太線部のみにおいて記憶手段127は蓄積したデータ符号化出力を出力しており、他のタイミングではデータ符号化出力は出力されておらず蓄積符号量は変化しない。また、記憶手段127が太線部において出力するデータの符号量はd1, d2, d3, …である。

【0227】図22(b)は折れ線311によって音声符号化出力の累積発生符号量、即ち、記憶手段106(音声エンコーダバッファ)の入力の累積発生符号量を示している。折れ線311に平行な一点鎖線312は、記憶手段106に蓄積可能な符号量を示している。なお、記憶手段10

6 の容量は $BS2'$ である。折れ線313 は記憶手段106 からの出力の累積発生符号量を示している。折れ線313 の太線部のみにおいて記憶手段106 は蓄積した音声符号化出力を出力しており、他のタイミングでは音声符号化出力は出力されておらず、蓄積符号量は変化しない。また、記憶手段106 が太線部において出力するデータの符号量は $a1, a2, a3, \dots$ である。

【0228】図22(c)は折れ線321 によって映像符号化出力の累積発生符号量、即ち、記憶手段76(映像エンコーダバッファ)の入力の累積発生符号量を示している。折れ線321 に平行な一点鎖線323 は、記憶手段76に蓄積可能な符号量を示している。なお、記憶手段76の容量は $BS1'$ である。折れ線323 は記憶手段76からの出力の累積発生符号量を示している。折れ線323 の太線部のみにおいて記憶手段76は蓄積した映像符号化出力を出力しており、他のタイミングでは映像符号化出力は出力されておらず、蓄積符号量は変化しない。また、記憶手段76が太線部において出力するデータの符号量は $v1, v2, v3, \dots$ である。

【0229】図22(d)は折れ線331 によってマルチプレクサ30の出力の累積発生符号量を示している。マルチプレクサ30は、記憶手段127, 106, 76の出力を時分割に多重しており、図中の $d1, a1, v1, d2, a2, v2, \dots$ は記憶手段127, 106, 76の出力符号量を示している。

【0230】図23(a)は折れ線341 によってデマルチプレクサ163 の入力(図9のデータバッファ169、音声バッファ168 及び映像バッファ167)の累積発生符号量を示している。

【0231】図23(a)に示すデマルチプレクサ163 に入力されるデータの符号量 $d1, a1, v1, d2, a2, v2, \dots$ は図22の折れ線331 の符号量と同一である。デマルチプレクサ163 は入力されたデータをその他のデータ、音声データ及び映像データに分離して、夫々データバッファ169、音声バッファ168 及び映像バッファ167 に供給する。データバッファ169、音声バッファ168 及び映像バッファ167 の入力(図9のデータバッファ169、音声バッファ168 及び映像バッファ167)の累積発生符号量は夫々図23(b)乃至(c)の折れ線351, 361, 371 によって示している。各バッファ169 乃至167 の入力累積発生符号量を示すこれらの折れ線351, 361, 371 は、エンコーダバッファの出力累積発生符号量を示す図22(a)乃至(c)の折れ線303, 303, 323 と同一形状となる。

【0232】図23(b)の折れ線351 に平行な一点鎖線352 はデータバッファ169 に蓄積可能な符号量を示している。なお、データバッファ169 の容量は $BS3$ である。折れ線353 はデータバッファ169 からの出力の累積発生符号量を示している。出力累積発生符号量を示すこの折れ線353 は、記録側の記憶手段127 の入力累積発生

符号量を示す折れ線301 と同一形状となる。これにより、データデコーダ229(図16参照)において、リアルタイムでその他のデータをデコードすることができる。

【0233】図23(c)の折れ線361 に平行な一点鎖線362 は音声バッファ168 に蓄積可能な符号量を示している。なお、音声バッファ168 の容量は $BS2$ である。折れ線363 は音声バッファ168 からの出力の累積発生符号量を示している。出力累積発生符号量を示すこの折れ線363 は、記録側の記憶手段106 の入力累積発生符号量を示す折れ線311 と同一形状となる。これにより、音声デコーダ228 において、リアルタイムで音声データをデコードすることができる。

【0234】図23(d)の折れ線371 に平行な一点鎖線372 は映像バッファ167 に蓄積可能な符号量を示している。なお、映像バッファ167 の容量は $BS1$ である。折れ線373 は映像バッファ167 からの出力の累積発生符号量を示している。出力累積発生符号量を示すこの折れ線373 は、記録側の記憶手段76の入力累積発生符号量を示す折れ線321 と同一形状となる。これにより、映像デコーダ227 において、リアルタイムで映像データをデコードすることができる。

【0235】ところで、可変レートで記録及び再生を行う場合には、デコーダ側のバッファ容量を可変レートの最大レートマージンを吸収する分だけエンコーダ側のバッファ容量よりも大きくする必要がある。即ち、デコーダバッファの容量 $BS1, BS2, BS3 (BSn)$ と、エンコーダバッファの容量 $BS1', BS2', BS3' (BSn')$ とを比較すると、下記(5)式が成立する。

$$BSn' < BSn \quad \dots (5)$$

また、各エンコーダバッファ及び各デコーダバッファにオーバーフロー又はアンダーフローが発生しないことが必要である。即ち、図22において、折れ線303 が折れ線301, 302 の間に存在し、折れ線313 が折れ線311, 312 の間に存在し、折れ線323 が折れ線321, 322 の間に存在しなければならない。また、図23において、折れ線353 が折れ線351, 352 の間に存在し、折れ線363 が折れ線361, 362 の間に存在し、折れ線373 が折れ線371, 372 の間に存在しなければならない。

【0237】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、処理時間を著しく短縮することができると共に、再生時に安定したキックを可能にすることができるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る可変レート圧縮装置が組込まれた記録ディスク制作システムを示すブロック図。

【図 2】図 1 中のスタジオ機器 21 の具体的な構成を示すブロック図。

【図 3】映像ピークレート分析回路 22 及び映像圧縮回路 27 によって構成される映像エンコーダ 50 を示すブロック図。

【図 4】音声ピークレート分析回路 23 及び音声圧縮回路 28 によって構成される音声エンコーダ 91 の具体的な構成を示すブロック図。

【図 5】データピークレート分析回路 24 及びデータ圧縮回路 29 によって構成されるデータエンコーダ 120 の具体的な構成を示すブロック図。

【図 6】図 1 中の記録処理回路 31 及びカッティング装置 32 の具体的な構成を示すブロック図。

【図 7】図 1 中のシステム制御装置 25 の具体的な構成を示すブロック図。

【図 8】実施例の動作を説明するためのグラフ。

【図 9】記録ディスク制作システム及び可変レート伸長装置を簡単化して示すブロック図。

【図 10】縦軸に符号量をとって、分析されたピークレートの概算値を示すグラフ。

【図 11】横軸にピークレート算出期間 ($t_0 \sim t_1$) をとり縦軸に発生符号量をとって、各種レート及びバッファ状態を説明するためのグラフ。

【図 12】本発明の他の実施例に係る可変レート圧縮装置に採用されるシステム符号量配分回路及び映像符号量制御回路を示すブロック図。

【図 13】平均レートと実発生累積符号量とに基づく量

子化レベルの制御を説明するためのグラフ。

【図 14】図 12 の実施例の動作を説明するためのグラフ。

【図 15】出力レートとバッファ容量との関係を示す説明図。

【図 16】本発明の一実施例に係る可変レート伸長装置を示すブロック図。

【図 17】図 16 中の映像デコーダの具体的な構成を示すブロック図。

【図 18】図 16 中の音声デコーダ 228 の具体的な構成を示すブロック図。

【図 19】横軸に時間を取り縦軸に累積符号量をとってキック制御を説明するためのグラフ。

【図 20】ディスクピックアップ動作を説明するためのフローチャート。

【図 21】キック余裕とトラッキング安定度との関係を示す説明図。

【図 22】レート制御を説明するためのグラフ。

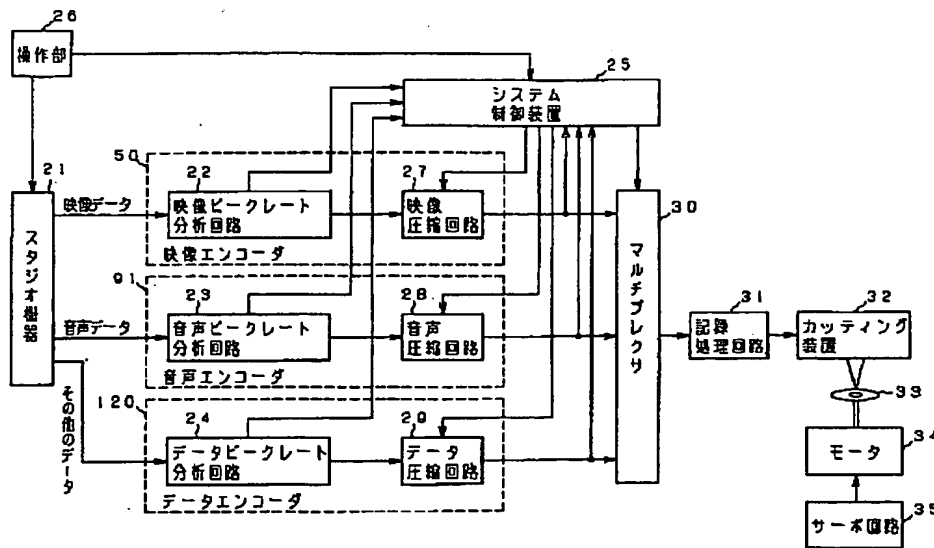
【図 23】レート制御を説明するためのグラフ。

【図 24】従来例における圧縮装置を示すブロック図。

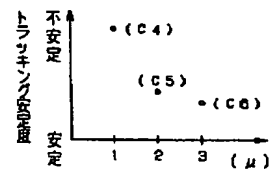
【符号の説明】

22…映像ピークレート分析回路、23…音声ピークレート分析回路、24…データピークレート分析回路、25…システム制御装置、27…映像圧縮回路、28…音声圧縮回路、29…データ圧縮回路、30…マルチプレクサ、50…映像エンコーダ、91…音声エンコーダ、120…データエンコーダ

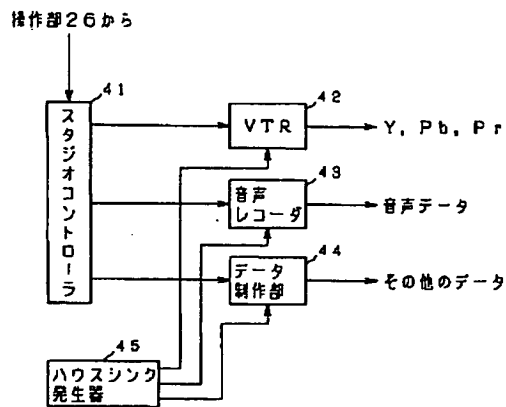
【図 1】



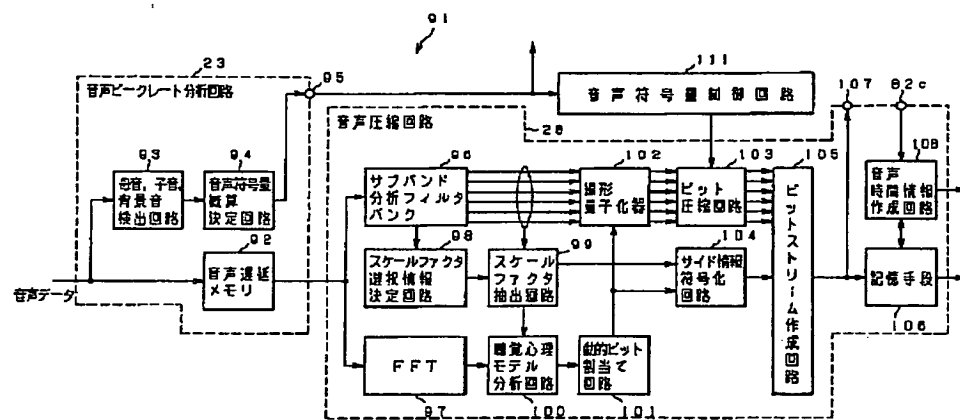
【図 21】



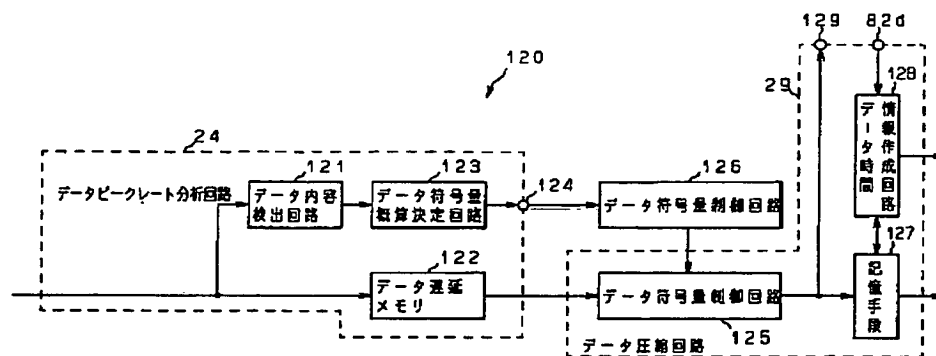
【图 2】



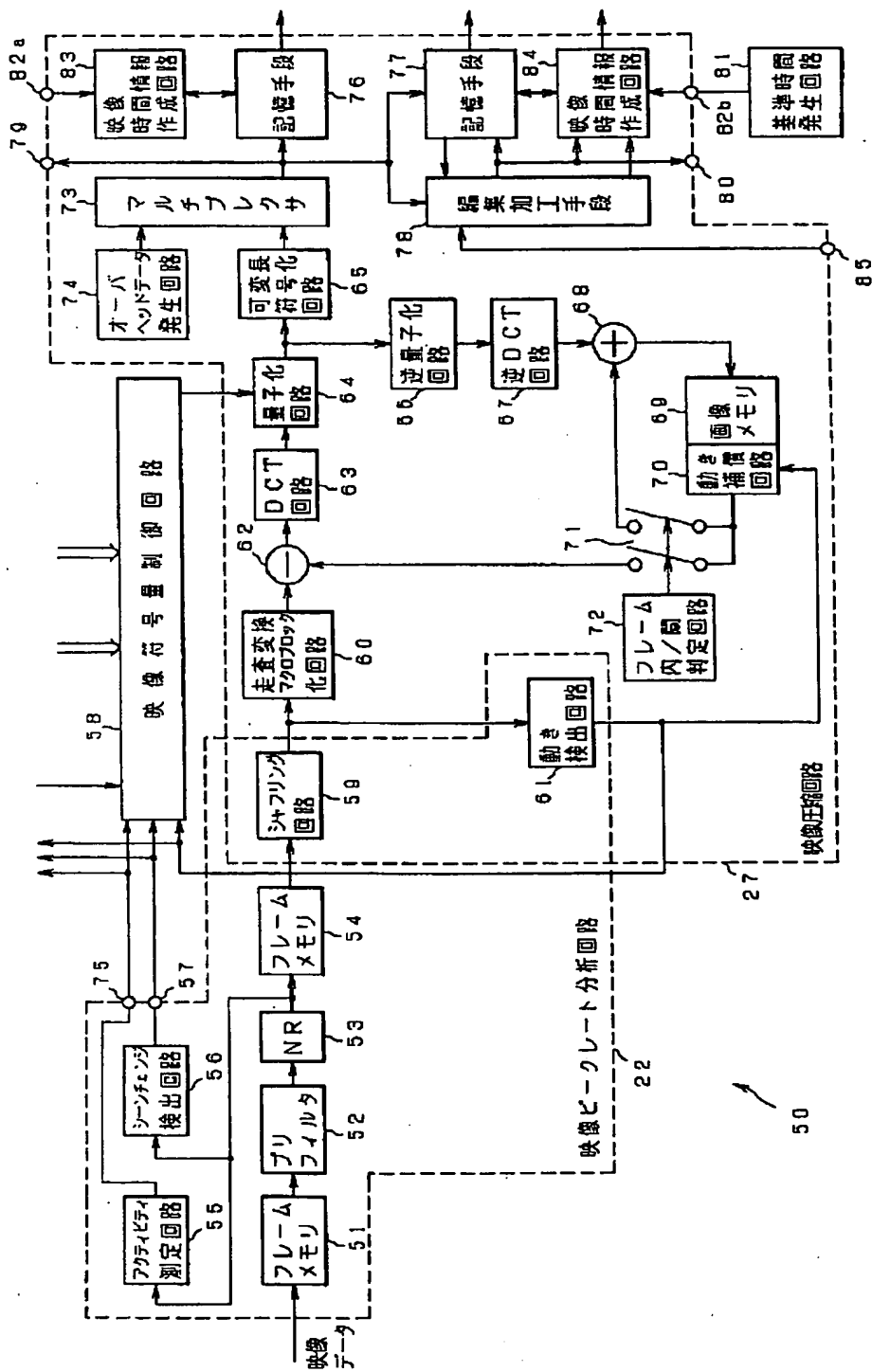
【图 4】



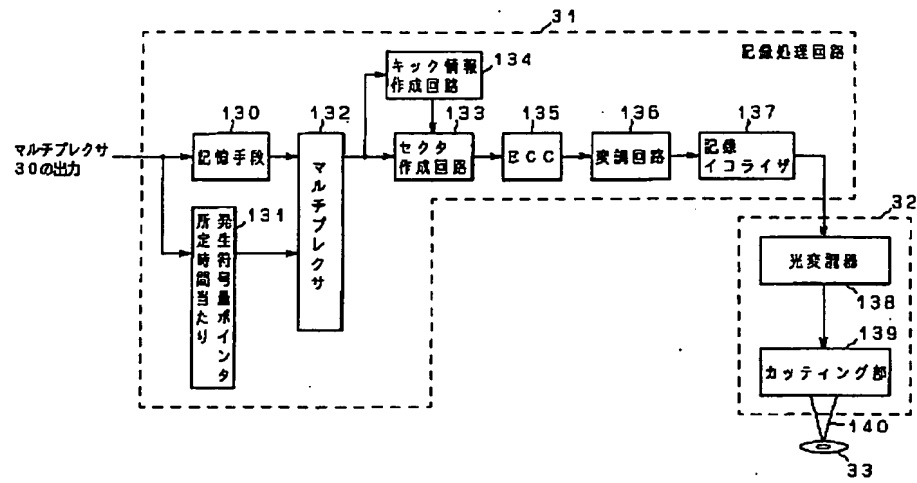
【图 5】



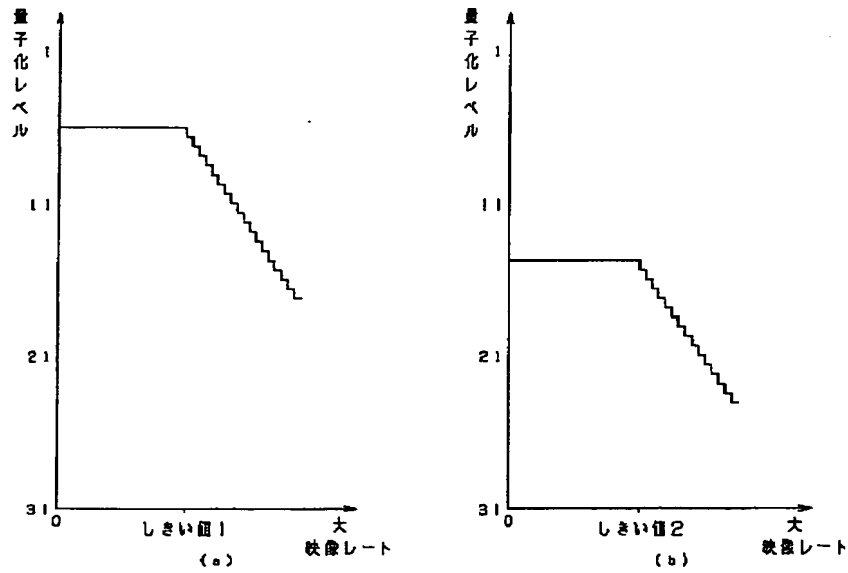
【図 3】



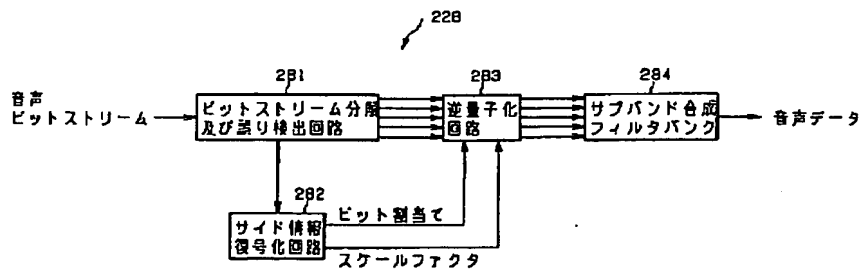
【図 6】



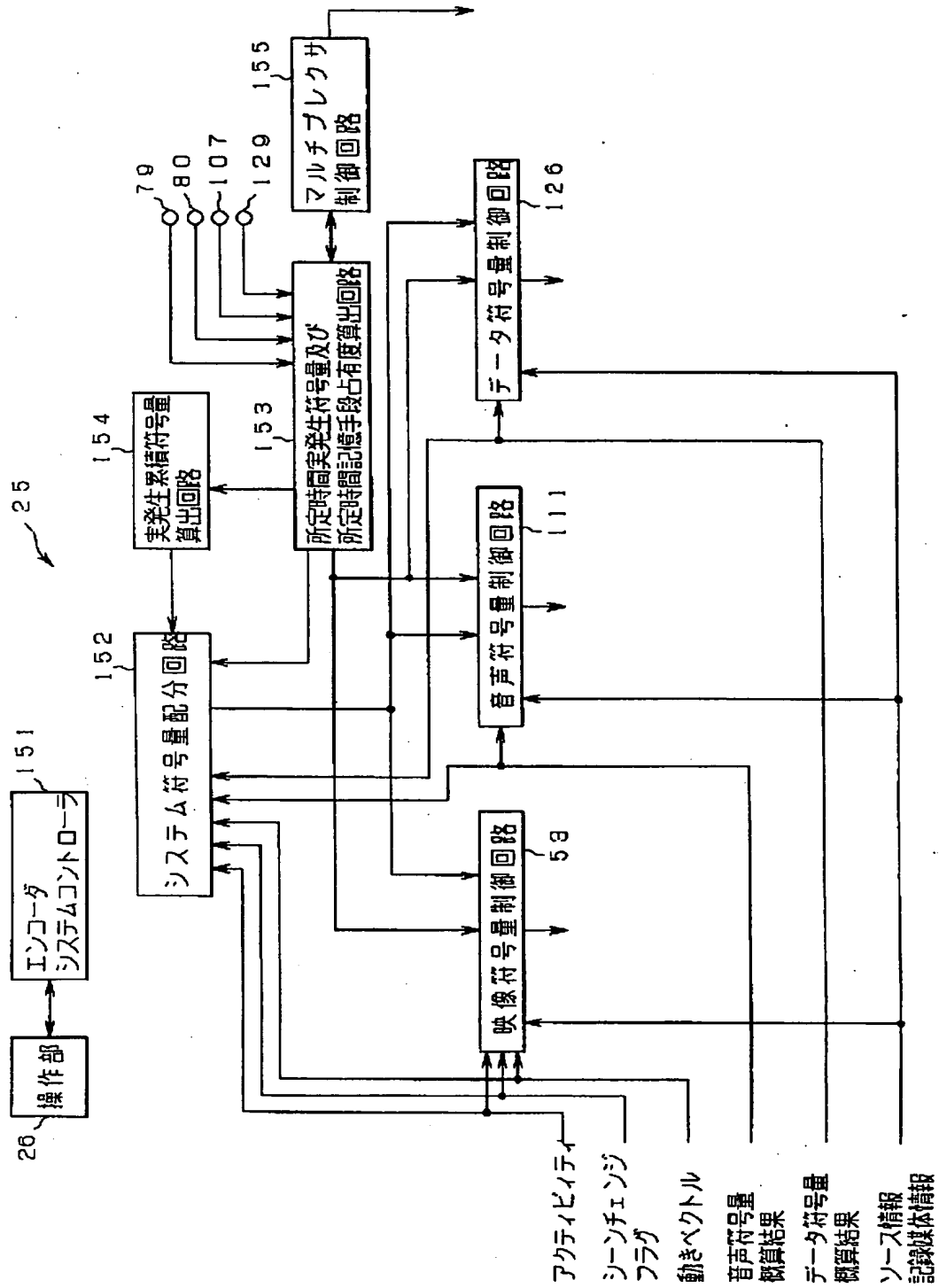
【図 8】



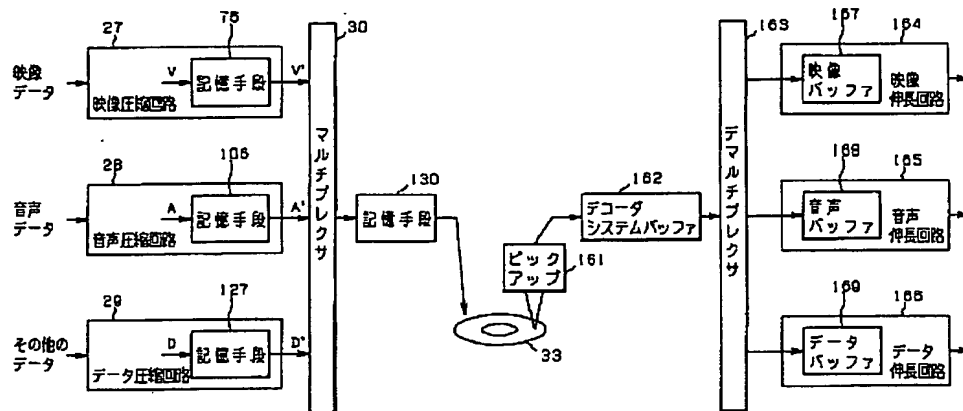
【図 18】



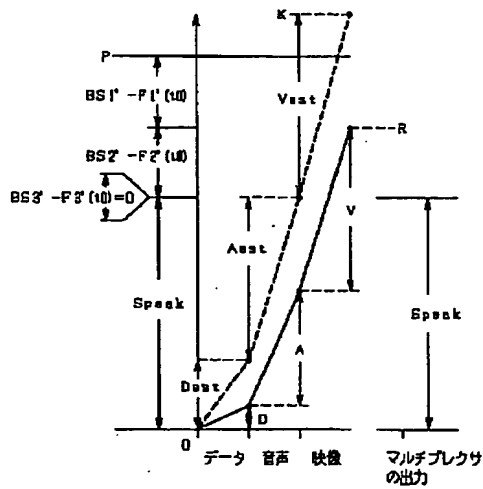
【図7】



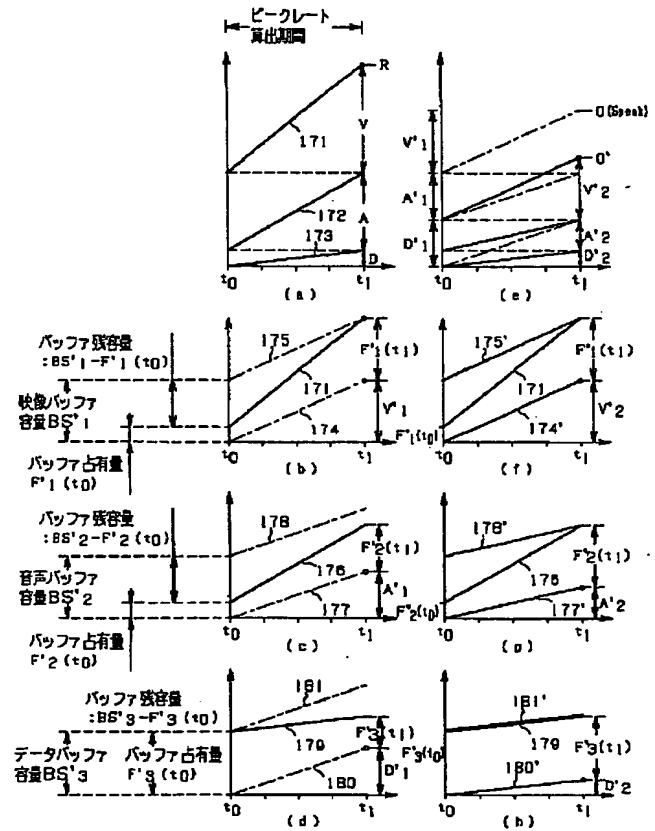
【図 9】



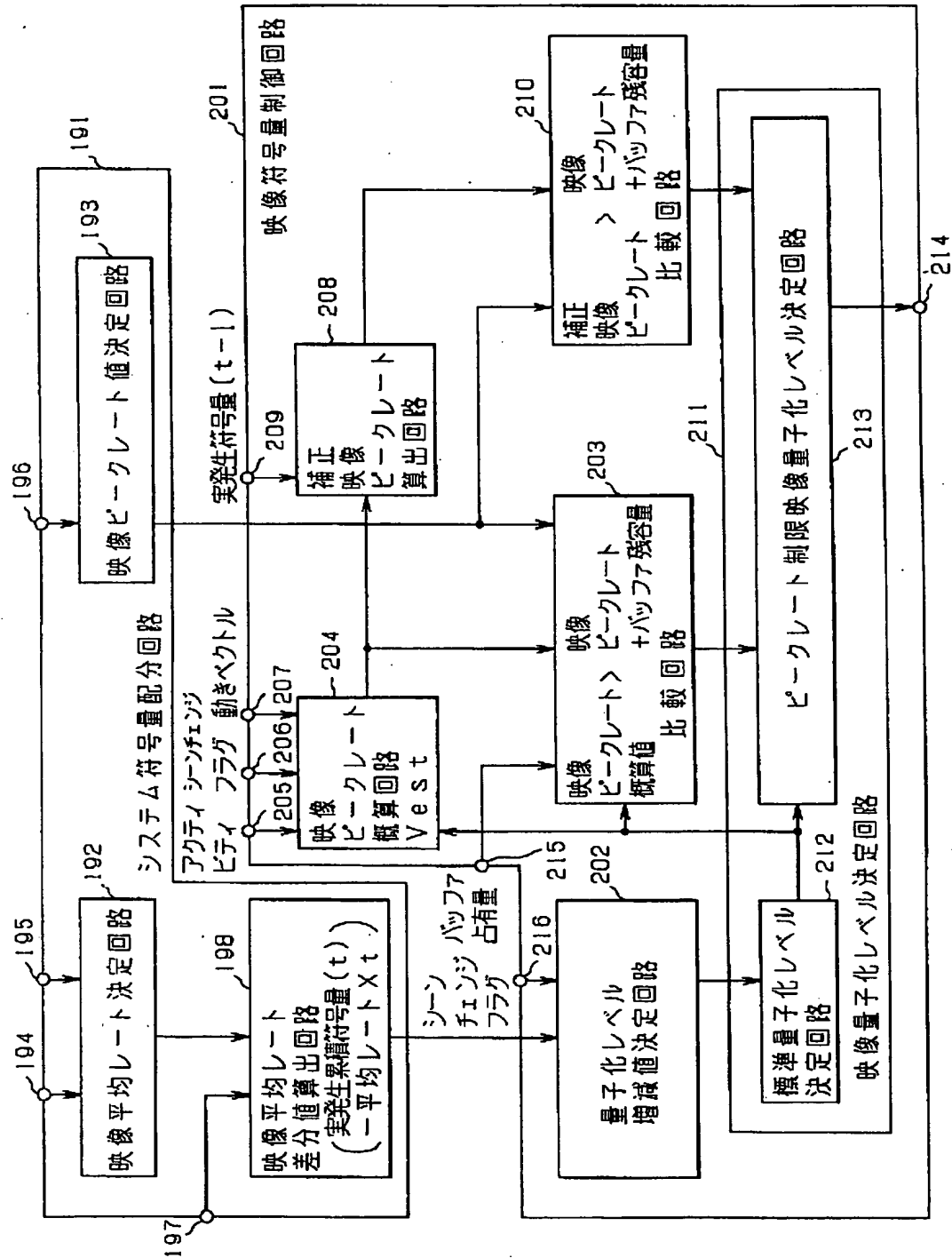
【図 10】



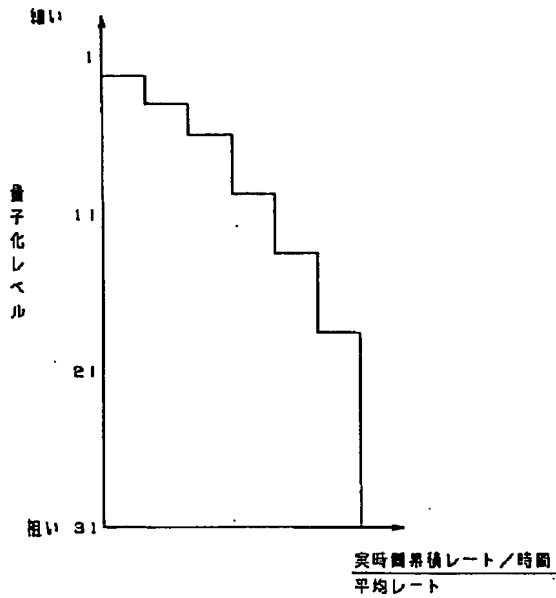
【図 11】



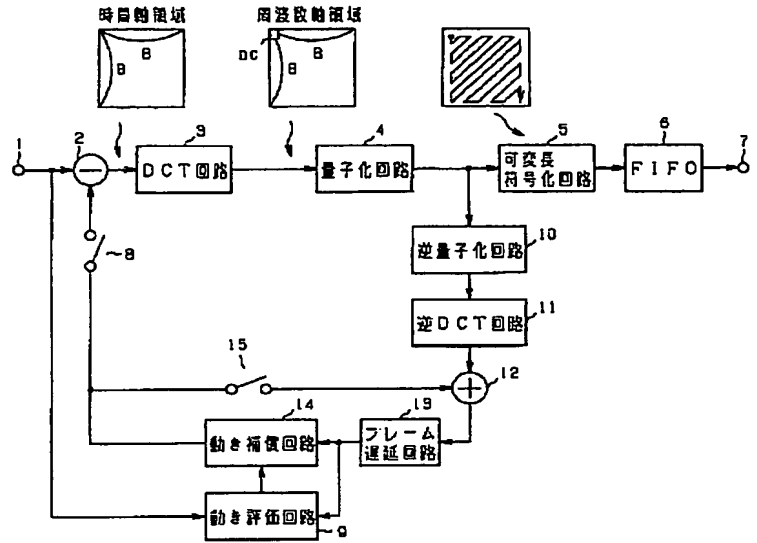
【図12】



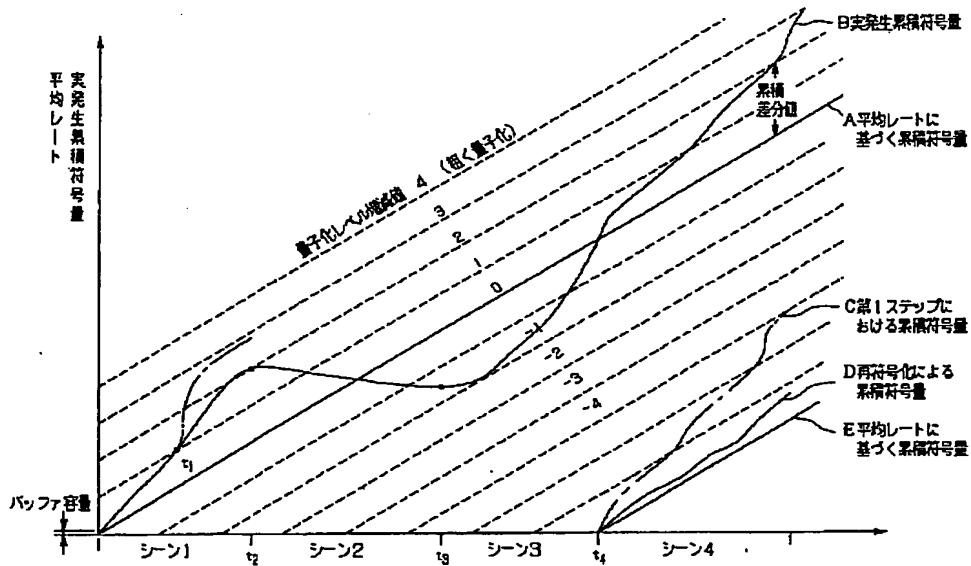
【図 13】



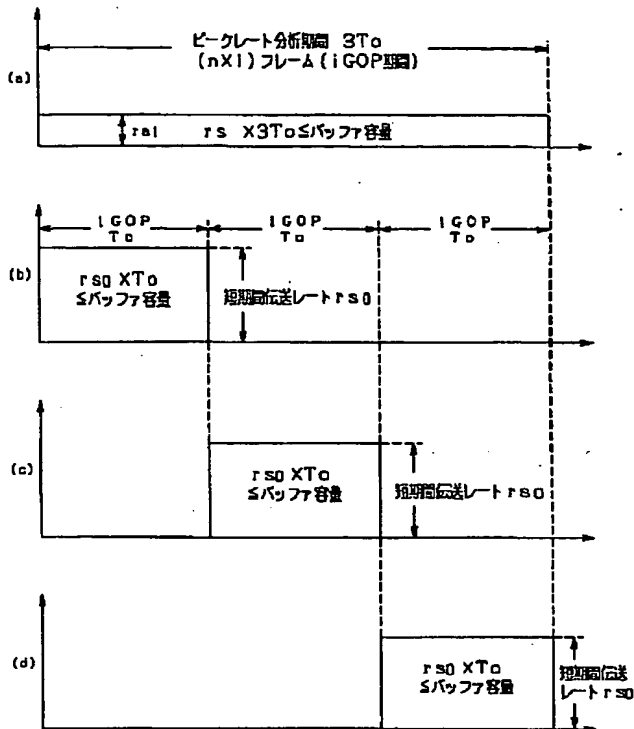
【図 24】



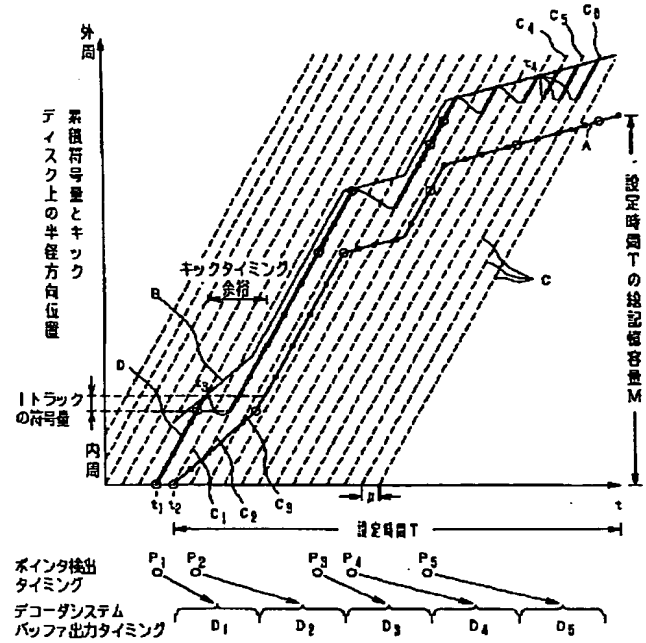
【図 14】



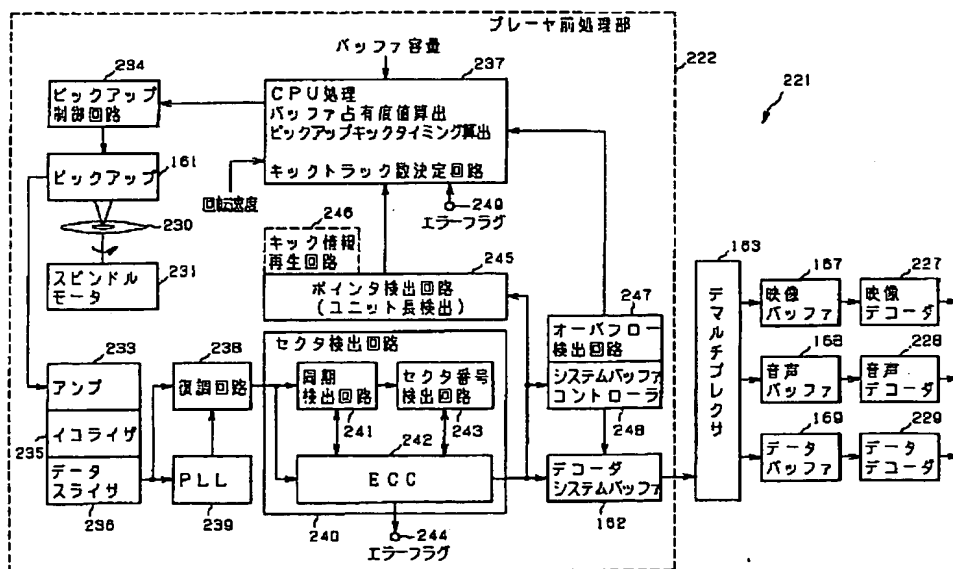
【図15】



【図19】



【図16】



(a) データ符号化出力
累積発生符号量

データエンコーダ
バッファBS

(b) 音声符号化出力
累積発生符号量

音声エンコーダ
バッファBS

(c) 映像符号化出力
累積発生符号量

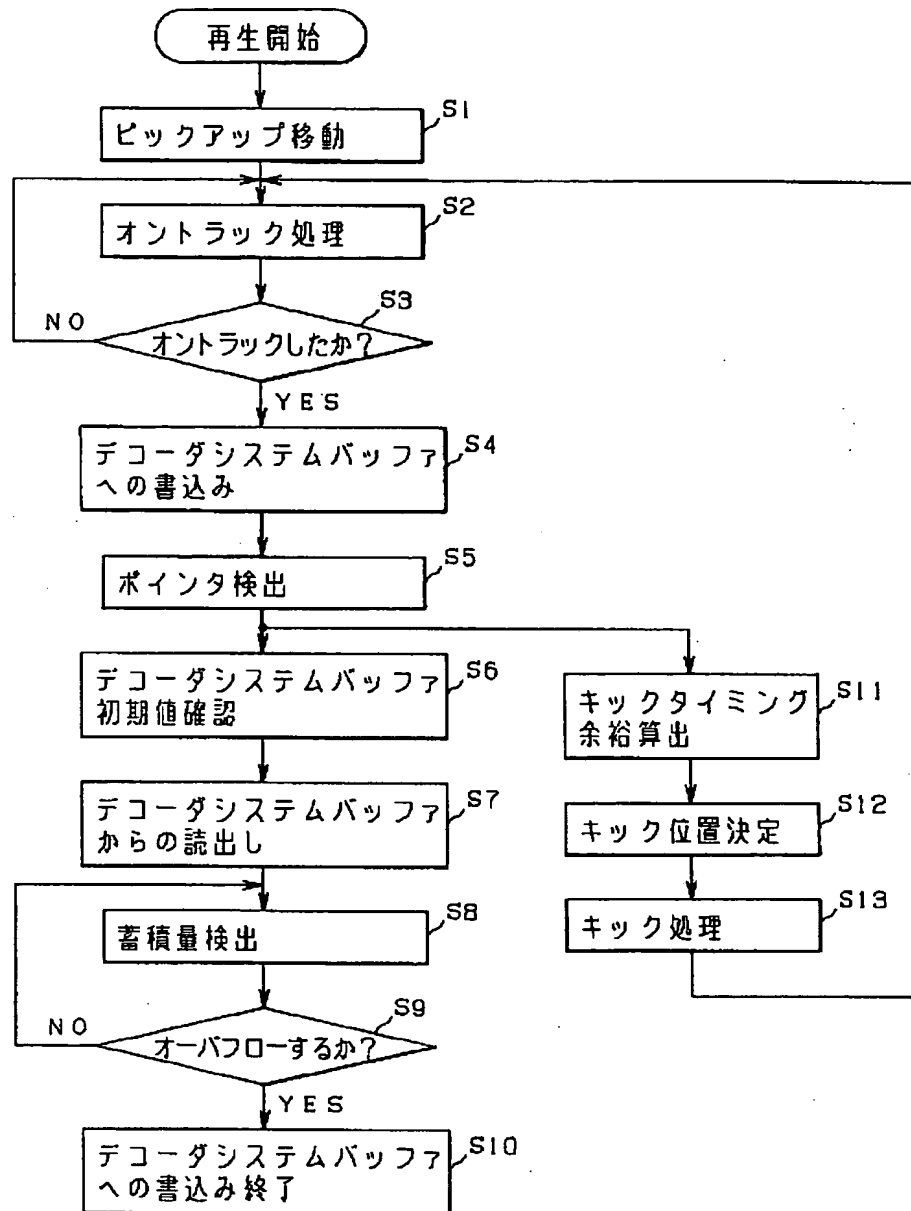
映像エンコーダ
バッファBS'

(d) デマルチプレクサ
30の入力
累積発生符号量

Figure 1 consists of four sub-diagrams (a, b, c, d) showing timing relationships between a demultiplexer's 16th bit input signal and its output signals.

- (a) Demultiplexer 16th bit input signal waveform:** Shows a signal waveform with points labeled $d_1, a_1, v_1, d_2, a_2, v_2, d_3, a_3, v_3$. The signal is a step function that increases at each v_i point and decreases at each d_i point. The output signals are labeled 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400.
- (b) Example of a decodable signal waveform:** Shows a signal waveform with points labeled $d_1, a_1, v_1, d_2, a_2, v_2, d_3, a_3, v_3$. The signal is a step function that increases at each v_i point and decreases at each d_i point. The output signals are labeled 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400.
- (c) Example of a non-decodable signal waveform:** Shows a signal waveform with points labeled $d_1, a_1, v_1, d_2, a_2, v_2, d_3, a_3, v_3$. The signal is a step function that increases at each v_i point and decreases at each d_i point. The output signals are labeled 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400.
- (d) Example of a decodable signal waveform:** Shows a signal waveform with points labeled $d_1, a_1, v_1, d_2, a_2, v_2, d_3, a_3, v_3$. The signal is a step function that increases at each v_i point and decreases at each d_i point. The output signals are labeled 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400.

【図20】



THIS PAGE BLANK (USPTO)